

**KELIMPAHAN BAKTERI PADA LAHAN BAWANG PREI
(*Allium ampeloprasum* L.) ORGANIK DAN LAHAN YANG
DIAPLIKASIKAN HERBISIDA BERBAHAN AKTIF
OKSIFLUORFEN**

**Oleh:
RAFLI RIFANSYAH**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

HALAMAN JUDUL
**KELIMPAHAN BAKTERI PADA LAHAN BAWANG PREI (*Allium*
ampeloprasum L.) ORGANIK DAN LAHAN YANG DIAPLIKASIKAN**
HERBISIDA BERBAHAN AKTIF OKSIFLUORFEN

Oleh:
RAFLI RIFANSYAH
145040201111120

PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT STUDI PERLINDUNGAN TANAMAN

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2018

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Oktober 2018

Rafli Rifansyah



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Kelimpahan Bakteri Pada Lahan Bawang Prei (*Allium ampeloprasum* L.) Organik dan Lahan yang Diaplikasikan Herbisida Berbahan Aktif Oksifluorfen

Nama Mahasiswa : Rafli Rifansyah

NIM : 145040201111120

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui,

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS
NIP. 19550821 198002 1002

Pembimbing Pendamping



Restu Rizkyta K., SP., M.Sc.
NIK. 201409805042001

Mengetahui,

Ketua

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan



Dr. Ir. Ludi Pantja Astuti, MS.
NIP. 1955 1018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan:

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I,


Penguji II,



Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU
NIP. 19550403 198303 1 003


Restu Rizkyta K., SP., M.Sc.
NIK. 201409 880504 2 001

Penguji III,

Penguji IV,


Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS.
NIP. 19550821 198002 1 002


Luqman Qurata Aini, SP, M.Si., PhD
NIP. 19720919 199802 1 001

Tanggal Lulus: 31 OCT 2018

RINGKASAN

Rafli Rifansyah. 14504020111120. Kelimpahan bakteri pada lahan bawang prei (*Allium ampeloprasum* L.) organik dan lahan yang diaplikasikan herbisida berbahan aktif oksifluorfen Dibawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS sebagai pembimbing utama dan Restu Rizkyta K., SP., M.Sc. sebagai pembimbing pendamping.

Mikroba tanah memiliki banyak peranan. Ketersediaan mikroba di dalam tanah dapat menjadi indikator kesuburan tanah. Salah satu mikroba yang ada di dalam tanah yaitu bakteri tanah yang memiliki banyak manfaat di bidang pertanian. Keberadaan bakteri tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu faktor kimia yang disebabkan oleh penggunaan pestisida. Salah satu pestisida yang biasa digunakan petani yaitu herbisida dengan bahan aktif Oksifluorfen. Herbisida diduga dapat mempengaruhi kelimpahan bakteri tanah. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui kelimpahan dan potensi bakteri pada lahan bawang prei organik dan lahan yang diaplikasikan herbisida berbahan aktif oksifluorfen serta untuk mengetahui pengaruh penggunaan herbisida pada bakteri yang ditemukan.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati Universitas Brawijaya dan Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya selama periode bulan April sampai dengan Agustus 2018. Penelitian dimulai dengan pengambilan sampel tanah pada lahan organik dan lahan konvensional. Selanjutnya dilakukan isolasi dengan metode *dillution plate*, perhitungan kelimpahan bakteri, uji hipersensitif, identifikasi secara morfologi, fisiologi dan biokimia serta pengujian herbisida yang dilakukan pada media NA dengan lima konsentrasi yang berbeda.

Bakteri yang didapatkan pada lahan organik yaitu sebanyak 25 isolat bakteri dengan kelimpahan sebanyak 81×10^8 cfu/g dan pada lahan konvensional sebanyak 11 isolat bakteri dengan kelimpahan sebanyak 16×10^8 cfu/g. Dari isolat bakteri yang ditemukan, didapatkan 6 genus bakteri pada lahan organik yaitu *Erwinia*, *Pantoea*, *Bacillus*, *Xanthomonas*, *Clostridium* dan *Lactobacillus*, sedangkan pada lahan konvensional ditemukan 5 genus bakteri yaitu *Erwinia*, *Pantoea*, *Bacillus*, *Lactobacillus* dan *Corynebacterium*. Pada lahan organik terdapat 2 genus bakteri yang berpotensi sebagai penyakit sedangkan pada lahan konvensional ditemukan 3 genus bakteri yang berpotensi sebagai penyakit. Pada pengujian herbisida dilakukan terhadap isolat bakteri yang dominan yaitu *Erwinia*, *Pantoea*, *Lactobacillus* dan *Bacillus* dengan 6 perlakuan yaitu konsentrasi 0 ml/l NA sebagai kontrol, konsentrasi 0,5 ml/l NA sebagai P1, konsentrasi 1 ml/l NA sebagai P2, konsentrasi 1,5 ml/l NA sebagai P3, konsentrasi 2 ml/l NA sebagai P4 dan konsentrasi 2,5 ml/l NA sebagai P5. Berdasarkan pengujian herbisida didapatkan hasil bahwa hanya bakteri *Erwinia* yang berpotensi sebagai patogen yang dapat tumbuh pada media NA setelah 48 jam.

SUMMARY

Rafli Rifansyah. 14504020111120. Abundance of Bacteria on organic leek land (*Allium ampeloprasum* L.) and land applied by oxifluorfen-active. Supervised by Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS as main supervisor and Restu Rizkyta K., SP., M.Sc. as companion supervisor.

Soil micorbes have many roles. The availability of microbes in the soil can be an indicator of soil fertility. One of the microbes in the soil is soil bacteria that has many benefits in agriculture. The presence of soil bacteria is influenced by several factors, one of which is the chemical factors caused by the use of pesticides. One of the pesticides commonly used by farmers is the herbicide with oxifluorfen active ingredients. Herbicides are thought to affect the abundance of soil bacteria. The research was conducted to determine the abundance and potential of bacteria in the organic onion land and land applied by oxifluorphen-active herbicides and to determine the effect of herbicide use on bacteria found.

The research was conducted in the Central Laboratory of the Life Sciences of Brawijaya University and the Plant Disease Laboratory, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Brawijaya University during the period of April to August 2018. This research began with soil sampling on organic land and herbicide application land. Furthermore, isolation by dillution plate method, abundance calculation of bacteria, hypersensitive test, morphological, physiological and biochemical identification and herbicide testing were conducted on NA media with five different concentrations.

Bacteria obtained on organic land were 25 bacterial isolates with an abundance of 81×10^8 cfu/g and on the herbicide application land were 11 isolates of bacteria with an abundance of 16×10^8 cfu/g. From bacterial isolates found, 6 bacterial genera were found on organic land, that is *Erwinia*, *Pantoea*, *Bacillus*, *Xanthomonas*, *Clostridium* and *Lactobacillus*, while in the application of herbicides there were 5 genera of bacteria, *Erwinia*, *Pantoea*, *Bacillus*, *Lactobacilus* and *Corynebacterium*. On organic land there are 2 genera of bacteria that have the potential as diseases while in herbicides there are 3 genera of bacteria that have the potential as diseases. Herbicide testing was conducted on dominant bacterial isolates that is *Erwinia*, *Pantoea*, *Lactobacilus* and *Bacillus* with 6 treatments, ie 0 ml / 1 NA as control, 0.5 ml / 1 NA as P1, 1 ml / 1 NA as P2, 1.5 ml / 1 NA as P3, 2 ml / 1 NA as P4 and 2.5 ml / 1 NA as P5. Based on herbicide testing, it was found that only *Erwinia* bacteria had potential as pathogens that could grow on NA media after 48 hours.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan rahmat dan karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Kelimpahan bakteri pada lahan bawang prei (*Allium ampeloprasum* L.) organik dan lahan yang diaplikasikan herbisida berbahan aktif oksifluorfen”.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, M.S. selaku pembimbing utama dan Ibu Restu Rizkyta Kusuma, SP., M.Sc. selaku dosen pembimbing serta Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS selaku ketua jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan atas segala bimbingan, bantuan dan nasihat dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada orang tua, kakak, adik dan teman-teman serta seluruh pihak atas segala doa, dukungan dan bantuan kepada penulis.

Perlu disadari bahwa dengan segala macam keterbatasan, penulisan skripsi ini banyak kekurangan, sehingga saran dan kritikan yang membangun sangat diharapkan agar didapatkan hasil yang terbaik. Penulis juga berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dalam bidang ilmu pengetahuan.

Malang, 10 Oktober 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sukabumi pada tanggal 27 Februari 1996 sebagai putra kedua dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan taman kanak-kanak di TK Ad-Dakwah (2001-2002), kemudian penulis menempuh Pendidikan dasar di SDN 2 Cibadak (2002-2008), pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Cibadak (2008-2011) dan melanjutkan pendidikan ke SMKN 1 Sukabumi Teknik Elektronika Industri (2011-2014). Penulis kemudian melanjutkan pendidikan sebagai mahasiswa strata-1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya (2014) melalui jalur undangan SNMPTN dan terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan (2016).

Selama menjadi mahasiswa, Penulis pernah mengikuti beberapa unit kegiatan mahasiswa yaitu Unit Aktivitas Kerohanian Islam (2015) dan Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman (2017). Penulis juga mengikuti beberapa kepanitiaan yaitu PROTEKSI Himapta (2017), *Plant Protection Olympiad* (2017), Klinik Tanaman Himapta (2017) dan Arthropoda Himapta (2017). Penulis pernah melakukan kegiatan magang kerja di PT. BASF Malang.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	vii
KATA PENGANTAR	viii
RIWAYAT HIDUP	ix
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Hipotesis	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Bawang Prei	4
2.2 Herbisida	4
2.2.1 Pengertian Herbisida	4
2.2.2 Herbisida Berbahan Aktif Oksifluorfen	5
2.3 Bakteri	6
2.3.1 Bakteri	6
2.3.2 Peranan Bakteri Tanah	6
2.4 Pertanian Organik	8
III. METODE PENELITIAN	10
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Metode Pelaksanaan	10
3.4 Pelaksanaan Penelitian	11
3.4.1 Survei	11
3.4.2 Pengambilan Sampel Tanah	11
3.4.3 Sterilisasi Alat dan Bahan	11
3.4.4 Isolasi Bakteri dari Tanah	11
3.4.5 Purifikasi	12

3.4.6 Uji Hipersensitif.....	12
3.4.7 Karakterisasi Morfologi	12
3.4.8 Identifikasi Bakteri.....	12
3.4.9 Pengujian Herbisida	17
3.5 Variabel Pengamatan	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Kondisi Aktual Lahan	20
4.2 Kelimpahan Bakteri Pada Lahan Bawang Prei	22
4.3 Indeks Keanekaragaman dan Kemerataan Genus Bakteri.....	23
4.4 Identifikasi Bakteri	24
4.5 Potensi Bakteri yang ditemukan.....	33
4.6 Pengujian Herbisida	35
4.7 Pembahasan Umum.....	37
V. PENUTUP.....	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perlakuan 5 konsentrasi herbisida.....	17
2.	Kondisi Aktual Lahan	20
3.	Kelimpahan bakteri pada lahan organik dan lahan konvensional.....	23
4.	Indeks Kemerataan Genus Bakteri.....	23
5.	Karakterisasi Morfologi, Fisiologi dan Biokimia Bakteri Lahan Organik	25
6.	Karakterisasi Morfologi, Fisiologi dan Biokimia Bakteri Lahan konvensional	26
7.	Pengujian herbisida berbahan aktif oksifluorfen terhadap isolat bakteri dominan pada lahan organik dan lahan lahan konvensional	36



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Diagram alir identifikasi bakteri hingga tingkat genus (Schaad et al., 2001) ..	13
2.	Kerangka identifikasi bakteri sampai tingkat genus Bergey's Determinative Bacteriology (Holt et al., 1994).....	14
3.	Kondisi Aktual Lahan (A: Lahan Organik, B: Lahan konvensional)	20
4.	Bentuk koloni bakteri tunggal (A: Isolat H7, B: Isolat O16).....	27
5.	Hasil uji hipersensitif pada daun tembakau hari ke tiga (A: Isolat O16 yang mengalami nekrosis, B: Kontrol air)	28
6.	Hasil uji KOH (A: isolat O2 menghasilkan lendir, B: isolat O7 tidak menghasilkan lendir)	28
7.	Hasil uji pewarnaan gram pada mikroskop (perbesaran 100x) (A: Isolat O22 gram negatif, B: Isolat O7 gram positif)	29
8.	Hasil pengecatan spora (A: isolat H11 menghasilkan endospora, B: isolat H1 menghasilkan endospora)	30
9.	Hasil uji katalase (A: Isolat O13 yang bereaksi positif, B: Isolat O14 yang bereaksi negatif)	30
10.	Hasil uji oksidatif-fermentatif (A: Isolat O19 bersifat oksidatif, B: Isolat H2 bersifat fermentatif)	31
11.	Hasil uji YDC (A: Isolat O3 yang bereaksi positif, B: Isolat O10 yang bereaksi negatif).....	32
12.	Pigmen fluoresens pada media King's B pada isolat O19 yang bereaksi negatif.....	32
13.	Hasil uji YDC 33° C pada isolat O19 yang bereaksi positif	33

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Sistem Irigasi pada Lahan Organik	49
2.	Bentuk Koloni Tunggal Isolat Bakteri (A: Isolat H4, B: H1, C: O9, D: H7) ...	49
3.	Hasil Uji Hipersensitif (A: Isolat H6, B: Isolat O16, C: Isolat O14, D: Isolat O2).....	50
4.	Hasil Uji KOH (A: Isolat O2, B: Isolat O15, C: Isolat O4, D: Isolat O3)	50
5.	Hasi Uji Pewarnaan Gram (A: Isolat O21, B: Isolat O4, C: Isolat O7 D: Isolat O9).....	51
6.	Hasil Uji Katalase (A: Isolat H11, B: Isolat O18, C: Isolat O22, D: Isolat O16)	51
7.	Hasil Uji Oksidatif-Fermentatif (A: Isolat H4, B: Isolat O21, C: Isolat O5, D: Isolat O19D)	52
8.	Hasil Uji Oksidatif-Fermentatif (A: Isolat H4, B: Isolat O21, C: Isolat O5, D: Isolat O19)	52
9.	Hasil Uji Oksidatif-Fermentatif (A: Isolat H4, B: Isolat O21, C: Isolat O5, D: Isolat O19)	52

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian organik merupakan sistem pertanian yang mengedepankan daur ulang unsur hara dan proses alami dalam pemeliharaan kesuburan tanah dan keberhasilan produksi. Pertanian organik merupakan cara bertani yang tidak menggunakan bahan kimia sebagai pupuk dan pestisida. Pupuk yang digunakan menggunakan bahan-bahan dari kotoran hewan, kompos tanaman maupun abu vulkanik sedangkan pestisida yang digunakan menggunakan bahan-bahan yang berasal dari tanaman yang diketahui tidak disukai oleh hama (Herawati *et al.*, 2014). Pertanian organik bertujuan untuk menghasilkan produk yang berkualitas dengan kuantitas memadai, membudidayakan tanaman secara alami, mendorong dan meningkatkan siklus hidup biologis dalam ekosistem pertanian, memelihara dan meningkatkan kesuburan tanah jangka panjang, menghindarkan seluruh bentuk cemaran yang diakibatkan penerapan teknik pertanian, memelihara dan meningkatkan keragaman genetik dan mempertimbangkan dampak sosial dan ekologis (IFOAM, 2008).

Penerapan pertanian organik di masyarakat masih minim. Mayoritas petani lebih memilih menerapkan sistem pertanian konvensional. Penggunaan sistem pertanian konvensional yaitu dengan menggunakan peralatan berat dalam berbagai pengelolaan pertanian, menggunakan pupuk dan pestisida kimia yang mudah ditebarkan dan memberi hasil besar serta harga murah dan terjangkau oleh masyarakat. Penggunaan pertanian konvensional memiliki dampak yang buruk bagi lingkungan dan sosial. Perlakuan terhadap lahan melalui penggunaan pupuk kimia, pestisida dan peralatan berat dalam pertanian konvensional membuat lahan menjadi miskin dalam *biodiversity* dan *living organism*. Pupuk kimia dan pestisida mencemari air tanah, sungai dan udara dan membuat retensi air mengecil sehingga dibutuhkan lebih banyak air dalam bertanam dan mudah longsor. Di musim kemarau lahan menjadi sulit ditanami (Herawati *et al.*, 2014).

Penggunaan lahan yang berbeda dapat mempengaruhi lingkungan pada lahan pertanian, salah satunya yaitu mikroorganisme tanah yang merupakan penghuni tanah pada lahan pertanian. Mikroorganisme banyak dimanfaatkan dalam budidaya tanaman. Peran mikroorganisme dalam pertanian organik

umumnya sebagai pupuk maupun pestisida. Pemakaian produk-produk yang mengandung mikroorganisme dalam pertanian organik adalah untuk menurunkan kandungan kimia dalam produk-produk pertanian, mengurangi pencemaran akibat pupuk dan pestisida kimia, serta untuk menjaga kelestarian lingkungan (Nurhayati dan Darwati, 2014).

Salah satu mikroorganisme tanah yaitu bakteri tanah. Bakteri tanah mempunyai banyak sekali manfaatnya antara lain penyedia unsur hara, terutama unsur nitrogen, penghasil zat pengatur tumbuh seperti sitokinin, giberelin dan indol asam asetat (IAA), dan mampu melarutkan unsur fosfat yang dalam bentuk terikat menjadi tersedia, serta sebagai agen biokontrol dan lain-lain (Alexander, 1977), sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kesuburan tanah. Menurut Purwaningsih *et al.* (2004) jumlah, jenis, dan aktivitas mikrobial dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain tersedianya energi dan sumber hara, kondisi fisik, kimia, serta biologi tanah. Sebaliknya aktivitas mikrobial tanah sangat membantu tersedianya unsur hara yang diperlukan oleh tanaman.

Salah satu penyebab yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri tanah yaitu bahan kimia pada sistem pertanian konvensional yang berasal dari pestisida. Menurut Sulistinah *et al.* (2011), bakteri dan jamur adalah mikroba yang dapat menempati bagian struktur tanah yang terkecil dan dapat berinteraksi langsung dengan residu pestisida yang memasuki partikel tanah. Hasil penelitian Sengupta *et al.* (2009), pada tanah tercemar pestisida memperlihatkan adanya gangguan terhadap populasi mikroba yang diakibatkan oleh besarnya asupan macam unsur kimia senyawa toksik struktur diversitas jenis mikroba tanah dan keragaman respon individu spesies.

Salah satu jenis pestisida yang biasa digunakan petani adalah herbisida. Tingginya penggunaan herbisida dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Penggunaan herbisida secara intensif dapat menyebabkan terakumulasinya residu bahan kimia dalam tanah yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan dan membahayakan bagi organisme lainnya serta proses biologi dalam tanah (Widowati *et al.*, 2017). Menurut Dermiyati (1997), sebagian besar herbisida yang diaplikasikan ke tanaman akhirnya akan jatuh ke tanah, kemudian mengalami

perubahan dan dalam masa waktu tertentu akan terjerap oleh fraksi liat dan atau unsur organik dalam tanah, yang secara umum dikenal dengan residu herbisida. Residu herbisida beracun dalam tanah dapat membunuh mikroba tanah, yang sebenarnya bukan targetnya (*non-target microorganism*), tanaman budidaya dan menyebabkan pencemaran lingkungan terutama pada sumber air yang dimanfaatkan oleh manusia sebagai kebutuhan hidup sehari-hari. Menurut Emalinda *et al.* (2003), penggunaan herbisida dengan pemakaian yang intensif dapat merugikan terhadap aktivitas-aktivitas mikroba tanah, bahkan dapat menghambat dan membunuh pertumbuhan mikroba tanah sehingga peranannya dalam mendaur ulang unsur hara menjadi hilang.

Salah satu bahan aktif herbisida yang dapat membahayakan mikroba tanah yaitu Oksifluorfen. Menurut Adhikary *et al.* (2014), perkembangan populasi mikroba tanah dipengaruhi secara signifikan oleh Pendimethalin, Oksifluorfen dan Propaquizafop. Setelah penerapan herbisida, populasi bakteri menurun tajam. Namun, Oksifluorfen menyebabkan penekanan maksimum melalui penghambatan pertumbuhan pengembangan koloni bakteri pada tingkat yang lebih cepat daripada Pendimethalin dan Propaquizafop.

Adanya pengaruh penggunaan herbisida pada bakteri tanah, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh herbisida terhadap bakteri pada lahan yang tidak menggunakan herbisida dan lahan yang diaplikasikan herbisida.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penggunaan lahan organik dan lahan konvensional terhadap kelimpahan bakteri.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan lahan organik dan lahan konvensional terhadap kelimpahan bakteri.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang pengaruh penggunaan lahan organik dan lahan konvensional terhadap kelimpahan bakteri.

1.5 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah kelimpahan bakteri pada lahan organik lebih tinggi dibandingkan dengan lahan konvensional.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Bawang Prei

1. Klasifikasi

Klasifikasi dari tanaman bawang prei adalah sebagai berikut: Kingdom: Plantae; Subkingdom: Tracheobionta; Superdivision: Spermatophyta; Division: Magnoliophyta; Class: Liliopsida; Subclass: Liliidae; Order: Liliales; Family: Liliaceae; Genus: *Allium* L.; Species: *Allium ampeloprasum* L. (Cahyono, 2005)

2. Syarat Tumbuh

Bawang daun dapat tumbuh pada keadaan iklim dengan suhu udara berkisar antara 19°C – 24 °C. Bawang daun dapat tumbuh di dataran rendah maupun dataran tinggi dengan ketinggian 250-1500 meter di atas permukaan laut, namun untuk pertumbuhan optimal pengembangan budidaya tanaman bawang daun adalah dataran tinggi antara 400-1.200. Kelembapan udara yang optimal bagi pertumbuhan bawang berkisar antara 80%-90%. Bawang daun tergolong tanaman yang tahan terhadap hujan. Curah hujan yang cocok bagi bawang daun adalah sekitar 1.000 – 1.500 mm/ tahun. Sifat fisik tanah yang cocok bagi tanaman daun adalah tanah gembur, memiliki solum tanah yang cukup dalam, dan mudah mengikat air. Sifat fisik tanah yang baik untuk penanaman bawang daun yaitu pada tanah regosol, andosol, dan latosol merupakan tanah lempung ringan yang memiliki daya ikat air dan drainase yang baik (Cahyono, 2005)

2.2 Herbisida

2.2.1 Pengertian Herbisida

Herbisida merupakan bahan kimia yang digunakan untuk membasmi gulma termasuk rumput liar atau menghambat tanaman liar yang mengganggu tanaman budidaya. Penggunaan herbisida secara intensif dapat menyebabkan terakumulasinya residu bahan kimia dalam tanah yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan dan membahayakan bagi organisme lainnya serta proses biologi dalam tanah (Widowati *et al.*, 2017).

2.2.2 Herbisida Berbahan Aktif Oksifluorfen

Herbisida berbahan aktif Oksifluorfen, merupakan herbisida sistemik yang diserap melalui akar dan daun serta di translokasikan untuk menghambat enzim ACCase (Acetyl Coa Carboxylase) sehingga menghambat sintesa lipid. Gejala

keracunan ditandai dengan daun muda dari gulma rumput mengalami klorosis dan pertumbuhan gulma rumput dan gulma daun lebar terhenti (Monacco *et al.*, 2002).

Oksifluorfen merupakan herbisida pra tumbuh yang bersifat selektif dan efektif untuk mengendalikan gulma golongan berdaun lebar dan golongan rumput pada kedelai (Moenandir, 1990 *dalam* Achmad, 2015). Herbisida Oksifluorfen ini dapat membunuh biji-biji gulma yang akan berkecambah, sehingga biji-biji gulma tersebut tidak bisa tumbuh dan berkembang. Herbisida ini menyebabkan perobekan sel dan berpengaruh terhadap fotosintesa setelah jaringan layu. Oksifluorfen juga menghambat perkecambahan, pertumbuhan dan perkembangan jaringan meristem, kerusakan jaringan lebih banyak terjadi pada bagian tajuk daripada akar (Moenandir, 1990 *dalam* Achmad, 2015). Herbisida Oksifluorfen 240 g/l digunakan untuk mengendalikan gulma umum seperti mengendalikan gulma rumput seperti *Leptochloa chinensis*, *Echinochloa colona*, *Digitaria ciliaris*, gulma teki *Cyperus sp*, *Fimbristylis miliacea*, *Scirpus juncoides* (Umiyati, 2016).

2.2.3 Pengaruh Herbisida Berbahan Aktif Oksifluorfen Terhadap Mikroba

Penggunaan herbisida berbahan aktif Oksifluorfen dilakukan pada saat tahap pertumbuhan awal tanaman. Sebagian besar dari herbisida terdapat pada lapisan permukaan tanah (0-15 cm) dimana terdapat aktivitas mikrobiologi yang banyak. Residu herbisida yang bertahan di dalam tanah akan berinteraksi dengan mikroorganisme tanah. Penggunaan herbisida berbahan aktif oksifluorfen dapat memberikan efek buruk terhadap karbon biomassa tanah yang dimanfaatkan bakteri untuk tumbuh sehingga akan memberikan efek yang buruk terhadap pertumbuhan mikroorganisme tanah (Amritha & Devi, 2018). Ashton dan Craft (1981) *dalam* Achmad (2015) menjelaskan bahwa Oksifluorfen tahan terhadap dekomposisi yang disebabkan oleh mikroorganisme. Persistensi Oksifluorfen dalam tanah yaitu sekitar 2 - 3 bulan. Herbisida ini sangat kuat diabsorpsi oleh koloid tanah sehingga pencucian oleh air hujan sangat kecil. Oksifluorfen di dalam tanah tahan terhadap dekomposisi oleh cahaya matahari, tetapi jika di dalam air akan lebih cepat terdekomposisi. Menurut Adhikary *et al.* (2014) perkembangan populasi mikroba tanah dipengaruhi secara signifikan oleh pendimethalin, oxyfluorfen dan propaquizafop. Setelah penerapan herbisida, populasi bakteri menurun tajam. Namun, oksifluorfen menyebabkan penekanan

maksimum melalui penghambatan pertumbuhan pengembangan koloni bakteri pada tingkat yang lebih cepat daripada pendimethalin dan propaquizafop

2.3 Bakteri

2.3.1 Bakteri

Bakteri merupakan salah satu golongan organisme prokariotik yang memiliki informasi genetik berupa DNA yang berbentuk sirkuler, panjang dan bisa disebut nucleoid. Bakteri terbagi menjadi 2 kelompok yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif (Jawetz *et al.*, 2007 dalam Holderman *et al.*, 2017)

2.3.2 Peranan Bakteri Tanah

1. Bakteri sebagai Pelarut P dan N

Unsur hara fosfor (P) dan nitrogen (N) di tanah sangat penting ketersediaannya untuk pertumbuhan tanaman, maka mikroorganisme seperti bakteri dapat digunakan untuk meningkatkan unsur hara yang tersedia bagi tanaman. Bakteri pelarut fosfat (BPF) dan bakteri penambat nitrogen (BPN) diketahui dapat menyediakan P dan N agar dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Astuti *et al.*, 2013). Genus bakteri pelarut nitrogen non simbiotik aerob yang telah dikenal adalah *Azospirillum*, *Derxia*, *Mycobacterium*, *Beijerinckia*, *Azomonas*, dan *Azotobacter* (Widiastuti *et al.*, 2010). Kelompok Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) yang mempunyai kemampuan yang tinggi dalam melarutkan P yang terikat oleh unsur lain (Fe, Al, Ca, dan Mg) adalah *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Bacillus megaterium*, dan *Chromobacterium* sp. (Widawati, 2005). BPF berperan dalam transfer energi, penyusunan protein, koenzim, asam nukleat, vitamin dan fitohormon yang dapat memperbaiki pertumbuhan akar tanaman serta meningkatkan serapan hara sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemupukan (Glick, 1995).

2. Bakteri sebagai Pemantap Agregat Tanah

Kemantapan agregat sangat penting bagi tanah pertanian dan perkebunan. Agregat yang stabil akan menciptakan kondisi yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Salah satu faktor yang mempengaruhi kemantapan agregat tanah yaitu aktivitas mikroorganisme tanah. Eksopolisakarida bakteri dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah. Beberapa bakteri yang menghasilkan

polisakarida yaitu *Azotobacter vinelandii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, dan *P. putida* (Santi *et al.*, 2008)

Pada penelitian Santi *et al.* (2008) yang menggunakan bakteri penghasil eksopolisakarida, mengindikasikan adanya peningkatan kemantapan agregat dalam 30 hari inkubasi *Flavobacterium* sp. yang mampu meningkatkan *Index Stabilitas Agregat (ASI)* dari 31,95 (sangat tidak stabil) menjadi 41,34 (tidak stabil) dan ASI meningkat seiring dengan lamanya waktu 60 hari inkubasi.

3. Bakteri sebagai Agen Antagonis

Mikroba antagonis dapat berfungsi sebagai agens pengendali patogen melalui mekanisme kompetisi, antibiosis, parasitisme atau ketahanan terinduksi. Penggunaan bakteri antagonis untuk meningkatkan hasil panen dan melindungi tanaman dari organisme pengganggu tanaman (OPT) merupakan pendekatan yang menjanjikan dalam sistem pertanian modern. Penggunaan bakteri antagonis untuk meningkatkan hasil panen dan melindungi tanaman dari organisme pengganggu tanaman (OPT) merupakan pendekatan yang menjanjikan dalam sistem pertanian modern (Kuswinanti 2014 dalam Djaenuddin, 2016). Salah satu bakteri yang dapat berfungsi sebagai agens antagonis yaitu *Pseudomonas fluorescens* yang merupakan bakteri antagonis yang banyak dimanfaatkan sebagai agens hayati baik jamur maupun bakteri patogen pada tanaman (Chrisnawati *et al.*, 2017).

4. Bakteri Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) adalah kelompok bakteri rizosfer yang dapat memberikan keuntungan bagi tanaman. Fungsi dari PGPR dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman secara umum terbagi dalam tiga kategori, yaitu sebagai pemacu atau perangsang pertumbuhan (biostimulant) dengan mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh, sebagai penyedia hara (biofertilizer) dengan menambat N₂ dari udara secara asimbiosis dan melarutkan hara P yang terikat di dalam tanah, dan sebagai pengendali patogen yang berasal dari tanah (*bioprotectant*) dengan cara menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit anti patogen seperti siderophore, kitinase, antibiotik, dan sianida (Glick, 1995)

Kelompok bakteri yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman secara langsung adalah kelompok bakteri yang mampu menghasilkan hormon tumbuhan seperti auksin, sitokinin, giberelin (Leveau dan Lindow, 2004 dalam Antonius *et al.*, 2014). Beberapa strain bakteri dari genus *Azospirillum* memiliki kemampuan phytostimulatri (merangsang pertumbuhan tanaman). Beberapa mikroorganisme tanah yang menghasilkan asam indolasetat (IAA) seperti *Azospirillum* sp., *Enterobacter* sp., *Azotobacter* sp., *Klebsiella* sp., *Alcaligenes faecalis*, *Azoarcus* sp., *Serratia* sp., *Cyanobacteria* dan bakteri sulfur dapat mendorong pertumbuhan tanaman (Rubio *et al.*, 2000 dalam Antonius *et al.*, 2014). *Azotobacter chroococcum*, *A. vinelandii* dan *A. paspali* mampu menghasilkan auksin (Azcon & Berea, 1976 dalam Antonius *et al.*, 2014)

2.4 Pertanian Organik

2.4.1 Pertanian organik

Pertanian organik adalah sistem pertanian yang holistik yang mendukung dan mempercepat biodiversiti, siklus biologi dan aktivitas biologi tanah. Sertifikasi produk organik yang dihasilkan, penyimpanan, pengolahan, pasca panen dan pemasaran harus sesuai standar yang ditetapkan oleh badan standardisasi (IFOAM, 2008). Menurut Badan Standarisasi Nasional (2002), "Organik" adalah istilah pelabelan yang menyatakan bahwa suatu produk telah diproduksi sesuai dengan standar produksi organik dan disertifikasi oleh otoritas atau lembaga sertifikasi resmi. Pertanian organik didasarkan pada penggunaan masukan eksternal yang minimum, serta menghindari penggunaan pupuk dan pestisida sintetis. Praktek pertanian organik tidak dapat menjamin bahwa produknya bebas sepenuhnya dari residu karena adanya polusi lingkungan secara umum. Namun beberapa cara digunakan untuk mengurangi polusi dari udara, tanah dan air. Pekerja, pengolah dan pedagang pangan organik harus patuh pada standar untuk menjaga integritas produk pertanian organik. Tujuan utama dari pertanian organik adalah untuk mengoptimalkan kesehatan dan produktivitas komunitas interdependen dari kehidupan di tanah, tumbuhan, hewan dan manusia.

2.4.2 Prinsip-Prinsip Pertanian Organik

Prinsip-prinsip pertanian organik menjadi dasar dalam penumbuhan dan pengembangan pertanian organik. Menurut IFOAM (2008) prinsip-prinsip pertanian organik adalah:

1. Prinsip kesehatan

Pertanian organik harus melestarikan dan meningkatkan kesehatan tanah, tanaman, hewan, manusia dan bumi sebagai satu kesatuan dan tak terpisahkan

2. Prinsip ekologi

Pertanian organik harus didasarkan pada sistem dan siklus ekologi kehidupan. Bekerja, meniru dan berusaha memelihara sistem dan siklus ekologi kehidupan. Prinsip ekologi meletakkan pertanian organik dalam sistem ekologi kehidupan, yang bahwa produksi didasarkan pada proses dan daur ulang ekologis. Siklus ini bersifat universal tetapi pengoperasiannya bersifat spesifik-lokal

3. Prinsip keadilan

Pertanian organik harus membangun hubungan yang mampu menjamin keadilan terkait dengan lingkungan dan kesempatan hidup bersama

4. Prinsip perlindungan

Pertanian organik harus dikelola secara hati-hati dan bertanggung jawab untuk melindungi kesehatan dan kesejahteraan generasi sekarang dan mendatang serta lingkungan hidup.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan pengambilan sampel tanah pada lahan tanaman bawang prei organik dan lahan konvensional di Jl. Pattimura, Kelurahan Temas Kota Batu, Jawa Timur. Isolasi, purifikasi dan identifikasi dilakukan di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati Universitas Brawijaya dan Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Penelitian dimulai pada bulan April hingga Agustus 2018.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel tanah adalah cetok, kantong plastik dan spidol permanen. Alat yang digunakan di laboratorium adalah kompor listrik, panci, autoklaf, botol media, *Laminar Air Flow* (LAF), bunsen, cawan petri, tabung reaksi, gelas ukur, pipet, jarum ose, timbangan analitik, rak tabung reaksi, korek, kertas penanda, *object glass*, *cover glass*, oven, mikroskop, tray, spektrofotometer dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah sampel, alkohol 70%, aquades steril, spirtus, plastik wrap, kapas, aluminium foil, tisu, *Nutrient Agar* (NA), media *King's B*, media Oksidatif-Fermentatif (OF), media D1M agar, media *Yeast-extract Dextrose Carbonat* (YDC), *Water Agar* (WA), gliserol, KOH 3%, *streptomycin*, kristal violet, *iodine*, safranin dan klorox.

3.3 Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan yang dilakukan yaitu terdiri dari metode survei, eksplorasi dan komparasi. Metode survei dilakukan untuk mendapatkan informasi terkait kondisi lahan dengan melakukan wawancara dengan petani pemilik lahan. Eksplorasi dilakukan dengan cara pengambilan sampel tanah dari lahan organik dan lahan konvensional untuk isolasi bakteri, purifikasi, analisa dan identifikasi bakteri tanah. Komparasi dilakukan untuk membandingkan hasil eksplorasi bakteri yang didapatkan dari kedua lahan tersebut dengan melihat potensi dari bakteri yang ditemukan. Selanjutnya dilakukan analisis data dari hasil yang didapatkan.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Survei

Survei dilakukan dengan mengumpulkan informasi lahan yang terkait dengan penelitian. Pengumpulan informasi dilakukan dengan wawancara petani pemilik lahan menggunakan kuisioner.

3.4.2 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan metode *purposive sampling* dari lahan organik serta lahan yang diaplikasikan dengan herbisida. Pengambilan tanah dengan metode *purposive sampling* yaitu dengan mengambil tanah dari 5 titik pada lahan berdasarkan kondisi khusus pada lahan yaitu adanya tanaman tumpang sari bawang prei dengan seledri dan bawang prei dengan wortel di sekitar lahan sehingga pengambilan sampel dilakukan hanya pada lahan monokultur bawang prei. Tanah diambil dengan kedalaman 15 cm. Pengambilan tanah dari 5 titik lalu dikompositkan sehingga dari masing-masing lahan didapatkan dua sampel tanah komposit.

3.4.3 Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi yang dilakukan yaitu dengan mencuci peralatan dengan air mengalir. Selanjutnya peralatan dibungkus dengan kertas dan dibungkus dengan plastik tahan panas. Kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf selama 10 menit pada suhu 121°C.

3.4.4 Isolasi Bakteri dari Tanah

Isolasi bakteri dari lahan dilakukan menggunakan metode *soil dillution plate*. Sampel tanah diambil sebanyak 1 gram lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang sudah terdapat 9 ml aquades steril. Kemudian suspensi bakteri diambil 1 ml dengan menggunakan mikropipet dan dimasukan ke dalam tabung reaksi berisi aquades sebanyak 9 ml. Pengenceran dilakukan hingga 10^{-9} . Kemudian 1 ml larutan diambil dari masing-masing pengenceran 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} dan dimasukan ke dalam cawan petri yang sudah berisi media NA dan larutan tersebut diratakan dengan *glass L*. Selanjutnya media NA diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu ruang.

3.4.5 Purifikasi

Isolat hasil dari isolasi selanjutnya dimurnikan pada media baru atau yang biasa disebut purifikasi. Purifikasi dilakukan dengan metode *streak plate* untuk mendapatkan biakkan murni. Isolat yang diambil yaitu isolat yang tumbuh pada media NA. Selanjutnya isolat tersebut diinkubasikan selama 24-48 jam dan dilakukan pengamatan terhadap morfologi bakteri yang tumbuh pada media. Setiap koloni yang berbeda berdasarkan morfologinya, dilakukan pemurnian lagi hingga didapatkan koloni yang murni.

3.4.6 Uji Hipersensitif

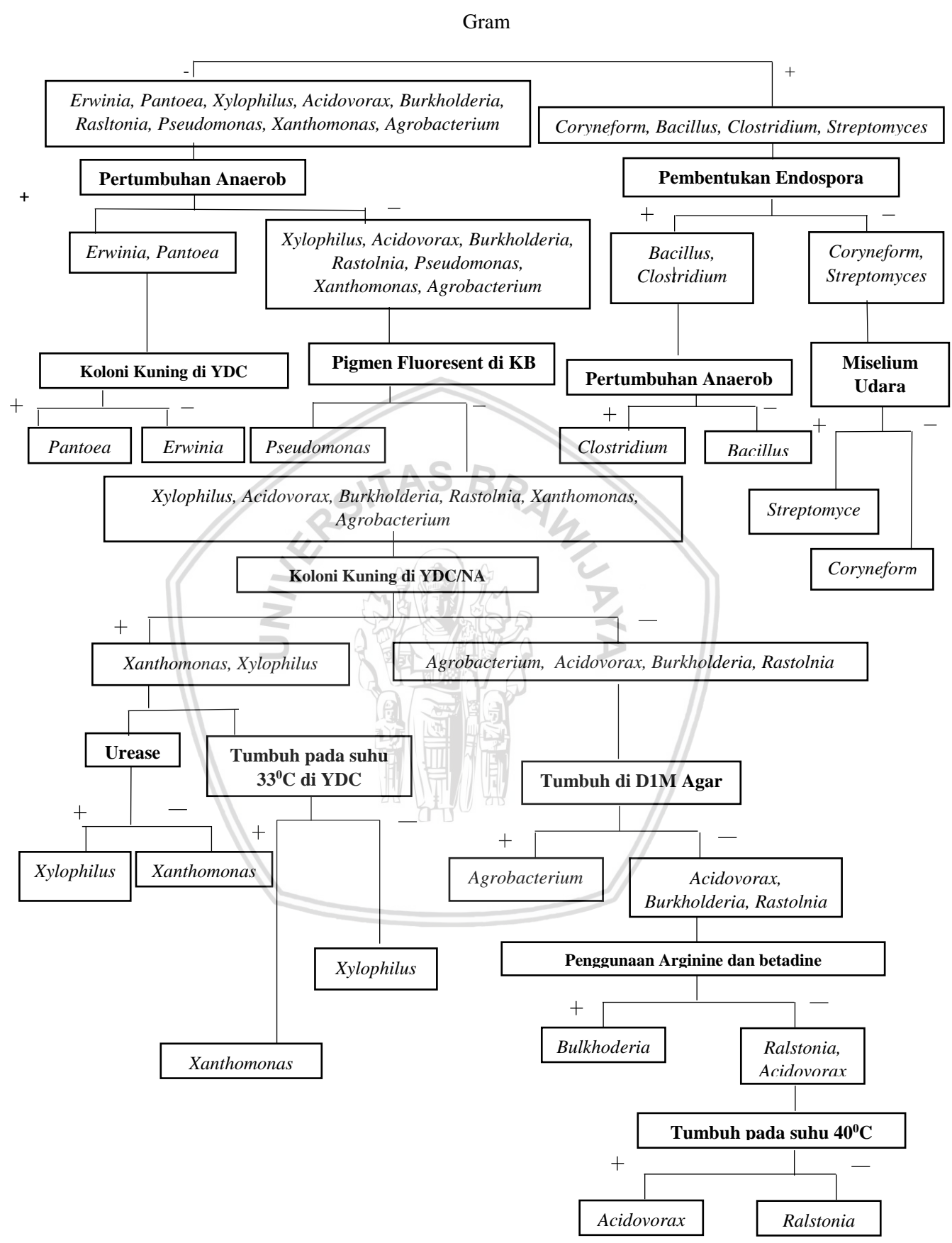
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah bakteri tersebut patogen tanaman atau bukan. Suspensi bakteri 10⁸ sel/ml diinfiltrasikan pada daun tembakau. Gejala hipersensitif terlihat jika pada bagian yang diinfiltrasi suspensi bakteri terjadi nekrosis dalam waktu 1–4 hari (Klement, 1990 dalam Fanani *et al.*, 2015).

3.4.7 Karakterisasi Morfologi

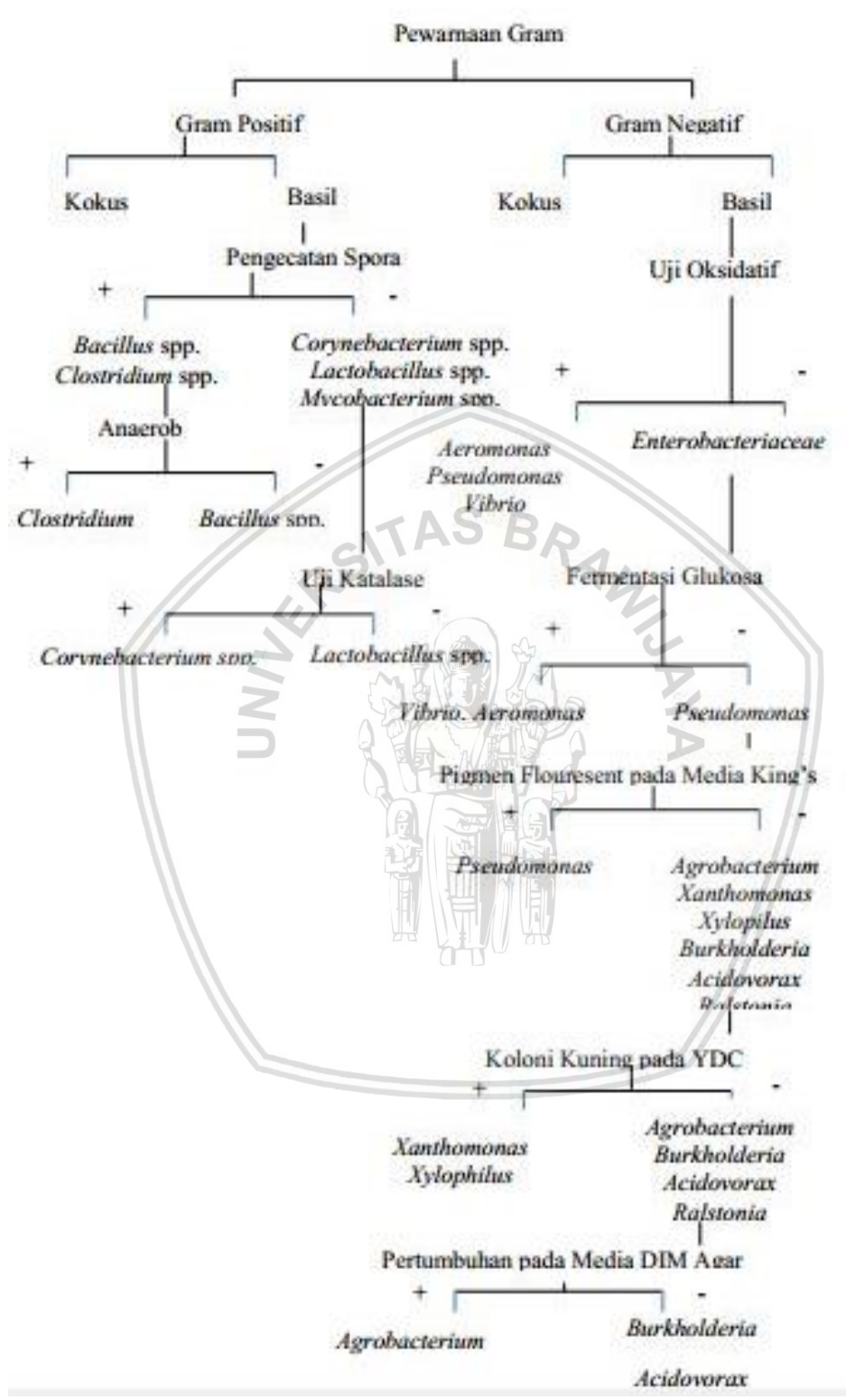
Pengamatan karakteristik morfologi koloni maupun sel bakteri bertujuan untuk mengetahui karakter dan ciri bakteri yang didapatkan untuk keperluan identifikasi bakteri. Pengamatan morfologi sel meliputi bentuk sel bakteri ketika diamati di bawah mikroskop. Sedangkan pengamatan morfologi koloni meliputi bentuk, ukuran, tepian, warna, dan permukaan. Bakteri yang diamati ditumbuhkan pada media NA dan berumur 48 jam. (Fanani *et al.*, 2015).

3.4.8 Identifikasi Bakteri

Identifikasi bakteri dilakukan sampai tingkat genus dengan pedoman Schaad *et al.* (2001) dan *Bergery's Determinative Bacteriology* (Holt *et al.*, 1994) yang terdiri dari uji gram, uji oksidatif-fermentatif, pewarnaan spora, uji katalase, uji pada media King's B, pertumbuhan pada media selektif YDC dan uji pertumbuhan pada media DIM agar.



Gambar 1. Diagram alir identifikasi bakteri hingga tingkat genus (Schaad et al., 2001)



Gambar 2. Kerangka identifikasi bakteri sampai tingkat genus Bergey's Determinative Bacteriology (Holt et al., 1994)

a. Uji Pewarnaan Gram

Pengujian pewarnaan Gram dimaksudkan untuk membedakan bakteri tergolong Gram positif atau Gram negatif. Bakteri Gram positif berwarna ungu, sedangkan Gram negatif berwarna merah, setelah diamati dibawah mikroskop kompon 1000 x perbesaran. Langkah pewarnaan gram yaitu buat olesan tipis suspensi dari koloni murni bakteri berumur 24 jam pada gelas objek yang bersih, kemudian kering-anginkan. Selanjutnya teteskan kristal violet dan diamkan selama 1 menit. Bilas dengan air kran selama beberapa detik, kering anginkan. Teteskan larutan iodine dan dibiarkan selama 1 menit. Bilas dengan air kran selama beberapa detik, kering anginkan. Bilas dengan alkohol selama 30 detik, kemudian kering anginkan. Bilas dengan air keran. Teteskan safranin dan diamkan selama 10 detik. Bilas dengan air kran dengan cepat, kering anginkan. Amati hasil pewarnaan dibawah mikroskop kompon dengan pembesaran 1000 x menggunakan minyak emersi. Sel-sel bakteri Gram positif akan berwarna ungu hingga biru gelap sedangkan bakteri Gram negatif akan berwarna merah.

b. Uji KOH 3%

Uji ini dilakukan dengan mencampurkan satu lup isolat bakteri pada gelas obyek yang telah ditetesi KOH 3%, kemudian diamati terbentuk tidaknya lendir. Jika terbentuk lendir maka bakteri tersebut dikelompokkan ke dalam gram negatif dan sebaliknya jika tidak terbentuk lender maka bakteri tersebut tergolong gram positif.

c. Pewarnaan Spora

Metode pewarnaan spora dimaksudkan untuk mengetahui apakah bakteri membentuk spora. Langkah pewarnaan spora yaitu, membuat olesan tipis suspensi dari koloni murni bakteri pada gelas objek yang bersih, kemudian kering-anginkan. Setelah olesan bakteri mengering, genangi dengan larutan malachite green selama 10 menit. Cuci gelas objek dengan air keran yang mengalir, kemudian kering anginkan. Selanjutnya menggenangi olesan bakteri dengan larutan safranin selama 15 detik Bilas gelas objek dengan air keran yang mengalir, kemudian kering anginkan. Selanjutnya mengamati sel-sel bakteri di bawah mikroskop kompon dengan pembesaran 400x. Spora bakteri akan tampak berwarna hijau, sedangkan sel bakteri berwarna merah.

d. Uji Oksidatif Dan Fermentatif (OF)

Pengujian OF dilakukan untuk mengidentifikasi isolat bakteri termasuk dalam kategori bakteri aerob atau bakteri anaerob. Langkah kerjanya yaitu, larutkan semua bahan yang telah disiapkan, sesuaikan pH media hingga 7,1, tuangkan media kedalam tabung reaksi sebanyak 4,5 ml per tabung, autoklaf pada temperatur 121° C selama 5 menit. Selanjutnya tambahkan ke dalam tabung 0,5 ml larutan glukosa 10%. Ambil sedikit bakteri yang akan diidentifikasi menggunakan jarum ose, lalu tusukkan jarum tersebut pada media. Inokulasi dua tabung. Pada salah satu tabung segera tambahkan parafin atau vaselin steril setebal 1 cm untuk menciptakan kondisi anaerob, sedangkan tabung lainnya dibiarkan dalam kondisi aerob (tanpa parafin/vaselin). Inkubasi 72 jam atau lebih pada suhu ruang dan amati perubahan warna media. Perubahan warna media menjadi kuning pada tabung yang tidak diberi parafin tetapi tidak berubah pada tabung yang diberi parafin, menunjukkan reaksi oksidatif. Perubahan warna media menjadi kuning terjadi pada kedua tabung, menunjukkan reaksi fermentatif.

e. Pigmen Fluoresen Dan Difusi Non Fluoresen pada media King's B

Goreskan bakteri pada media agar King's B dan inkubasikan pada suhu 25°C. Setelah 48 jam diamati pada ruang gelap dengan menggunakan lampu UV dengan panjang gelombang 366 nm. Apabila terjadi fluoresensi merupakan bakteri dari kelompok *Pseudomonas*.

f. Uji Katalase

Teteskan 2 tetes larutan H₂O₂ 3% pada kaca objek, ambil 1 ose bakteri (umur 24-48 jam) dan campurkan dengan larutan tersebut. Terbentuknya gelembung udara mengindikasikan reaksi katalase positif.

g. Warna Koloni Dan Konsistensi Pada media YDC

Goreskan bakteri pada media agar YDC dan inkubasikan pada suhu 30°C. Setelah 48 jam lakukan pengamatan. Apabila terbentuk koloni berwarna kuning merupakan bakteri dari genus *Xanthomonas* dan *Xylophilus*.

h. Pertumbuhan Pada Media D1M Agar

Bahan-bahan untuk media 1 liter yaitu Cellobiose 5 gram, NH₄Cl 1 gram, NaH₂PO₄ 1 gram, K₂HPO₄ 1,0 gram, MgSO₄.7H₂O 3 gram, Malachite green 10 mg dan Agar 15 gram. Cara kerjanya yaitu, Campur dan larutkan semua bahan,

atur derajat keasaman (pH) 7,0 (media berwarna biru), autoclave pada temperature 121°C selama 15 menit., Tuangkan media D1 pada cawan petri, biarkan media dingin dan mengeras, Pada media D1M digoreskan bakteri yang akan diuji. Bakteri yang dapat tumbuh pada media ini menunjukkan hasil positif (+), yaitu jenis bakteri dari genus *Agrobacterium* sp.

3.4.9 Pengujian Herbisida

Pengujian herbisida dilakukan untuk melihat tumbuh tidaknya bakteri pada media yang diaplikasikan dengan herbisida. Herbisida yang digunakan yaitu herbisida dengan bahan aktif Oksifluorfen dengan merk dagang Golma. Pengujian ini dilakukan dengan cara *streak* pada media NA yang telah dicampur dengan herbisida dengan konsentrasi tertentu. Pengujian ini dilakukan dengan 5 perlakuan. Bakteri yang tidak dapat muncul menunjukkan bahwa aplikasi herbisida menyebabkan bakteri tidak dapat tumbuh.

Tabel 1. Perlakuan 5 konsentrasi herbisida

Kode Perlakuan	Konsentrasi Herbisida
P0	0 ml/l
P1	0,5 ml/l
P2	1 ml/l
P3	1,5 ml/l
P4	2 ml/l
P5	2,5 ml/l

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Kelimpahan Bakteri

Variabel pengamatan pada pengujian ini merupakan data kuantitatif. Total koloni bakteri dihitung setelah masa inkubasi bakteri pada media NA selama 48 jam pada suhu ruang. Sampel yang dihitung yaitu pada bakteri yang dibiakkan pada media NA dan hasil pengenceran 10^{-8} . Total koloni yang dapat dihitung pada media NA adalah koloni dengan jumlah 30-300. Perhitungan total koloni dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kelimpahan Bakteri (cfu/g)} = \frac{\Sigma \text{koloni terhitung} \times Y}{\text{Berat kering tanah (g)}}$$

Keterangan:

Y = Faktor Pengenceran x Volume Sampel

3.5.2 Analisis Data

1. Indeks Keanekaragaman Shannon – Wiener (H')

Indeks keanekaragaman menunjukkan kekayaan genus bakteri yang ditemukan pada lahan organik dan lahan konvensional. Berikut merupakan rumus indeks keanekaragaman:

$$H' = - \Sigma (P_i \ln P_i)$$

Keterangan:

H' : Indeks Keanekaragaman

Σ : Jumlah genus

P_i : N_i/N

N_i : Jumlah individu genus ke-i

N : Jumlah individu Total

2. Indeks Kemerataan Pielou's (E)

Indeks kemerataan menunjukkan pola kemerataan suatu genus dengan genus lain pada suatu komunitas. Berikut merupakan rumus indeks kemerataan:

$$E = H' / \ln (s)$$

Keterangan:

E : Indeks kemerataan jenis

s : Jumlah jenis

H' : Indeks keanekaragaman jenis

Ln : Logaritma natural

3. Uji T

Analisa kelimpahan bakteri menggunakan uji independent sample T test yang membandingkan hasil kelimpahan dari lahan organik dan lahan konvensional yang diolah menggunakan Mirosoft Excel 2016.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Aktual Lahan

Lahan yang digunakan dalam pengambilan sampel tanah terletak di Desa Temas, Kota Batu. Pengambilan sampel tanah dilakukan di lahan organik yang terletak pada titik koordinat 7°53'6.921" LU, 112°32'42.677" BT dan lahan yang diaplikasikan herbisida dengan titik koordinat 7°53'4.103"LU, 112°32'42.252" BT.



Gambar 3. Kondisi Aktual Lahan (A: Lahan Organik, B: Lahan konvensional)

Kondisi aktual lahan akan dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 2. Kondisi Aktual Lahan

No	Keterangan Budidaya Tanaman	Lahan Organik	Lahan konvensional
1	Luas Lahan	100m ²	4000m ²
2	Pemupukan	Pupuk kandang dan pupuk kompos	Pupuk kandang, NPK, ponska dan TSP
3	Pengairan	Pengairan dengan menggunakan irigasi sawah yang terdapat lima lapisan penyaringan yaitu dengan menggunakan eceng gondok; bambu air dan arang; arang dan sabut kelapa; pasir laut, batu air dan sabut kelapa; dan lapisan terakhir dengan kayu apu	Pengairan menggunakan irigasi sawah
4	Penyiangan gulma	Mencabut langsung menggunakan tangan	Aplikasi herbisida berbahan aktif Oksifluorfen
5	Hama dan Penyakit	Ulat daun (<i>Spodoptera exigua</i>) dan Layu Fusarium	Ulat daun (<i>Spodoptera exigua</i>) dan Layu Fusarium
6	Pengendalian hama dan penyakit	Pengendalian hama menggunakan cara teknis, pestisida nabati, dan jamur antagonis yaitu <i>Trichoderma</i> sp., <i>Metharizium</i> sp. dan <i>Beauveria bassiana</i>	Pengendalian hama dan penyakit menggunakan pestisida kimia yaitu Sapro, Osada, Dragonil, Dithane dan Antrakol

Pengolahan tanah yang dilakukan pada kedua lahan yaitu dengan membuat bedengan menggunakan cangkul. Pada saat pengolahan lahan, tanah dicampur dengan pupuk kandang pada kedua lahan yaitu sebanyak 2000 kg pada lahan konvensional dan sebanyak 1000 kg pada lahan organik. Pupuk kandang yang digunakan yaitu kotoran kambing pada kedua lahan.

Pupuk yang digunakan pada lahan organik selain menggunakan pupuk kandang yaitu dengan menggunakan pupuk kompos sebanyak 1000 kg. Selain penggunaan pupuk kompos, lahan organik juga ditambahkan agens hayati yaitu berupa mikoriza. Pupuk yang digunakan pada lahan konvensional selain menggunakan pupuk kandang yaitu NPK, TSP dan Phonska yang diaplikasikan dengan cara menaburkannya di permukaan tanah diantara tanaman bawang prei.

Pengairan yang terdapat pada kedua lahan menggunakan irigasi sawah. Pada lahan organik, terdapat saringan yang memiliki lima jenis penyaringan sebelum air dialiri ke dalam lahan. Pada lapisan pertama, terdapat saringan yang menggunakan eceng gondok. Pada lapisan kedua terdapat bambu air dan arang, pada lapisan ketiga terdapat arang dan sabut kelapa pada lapisan keempat terdapat pasir laut, batu air dan sabut kelapa dan lapisan terakhir terdapat kayu apu. Bahan-bahan tersebut berfungsi sebagai penyaring residu pestisida dari lahan konvensional.

Penyiangan gulma yang dilakukan pada lahan organik yaitu dengan mencabuti gulma dengan menggunakan tangan. Pada lahan konvensional, penyiangan gulma dilakukan dengan cara menyemprotkan herbisida berbahan aktif Oksifluorfen yang disemprotkan pada saat tanaman bawang prei berusia 7-10 hst.

Hama yang ditemukan pada kedua lahan yaitu ulat daun (*Spodoptera exigua*) yang menyerang tanaman pada umur 35-45 hst. Penyakit yang ditemukan pada kedua lahan yaitu layu fusarium. Pengendalian hama dan penyakit yang digunakan pada lahan organik yaitu dengan pengaplikasian agens hayati *Trichoderma* sp., *Metharizium* sp. dan *Beauveria bassiana*. Pengendalian hama dan penyakit selain penggunaan agens hayati, menggunakan cara teknis dengan mencabut daun tanaman yang terserang. Penyemprotan pestisida nabati dengan campuran laos, bawang putih, tembakau dan kunyit dapat mengendalikan hama

ulat daun. Pada lahan konvensional, pengendalian hama menggunakan insektisida Sapro dan Osada sedangkan pengendalian penyakit yaitu dengan menggunakan fungisida Dithane, Antrakol dan Dragonil.

4.2 Kelimpahan Bakteri Pada Lahan Bawang Prei

Isolasi yang dilakukan pada lahan organik dan lahan konvensional yaitu dengan menggunakan metode *dillution plate* dengan menggunakan pengenceran 10^8 . Pada lahan organik didapatkan 25 bakteri sedangkan pada lahan konvensional ditemukan 11 bakteri. Pengambilan bakteri dilakukan berdasarkan morfologi koloni bakteri yang berbeda.

Berdasarkan hasil perhitungan kelimpahan bakteri didapatkan kelimpahan sebanyak $27,0 \times 10^8$ cfu/g pada lahan organik dan sebanyak $5,33 \times 10^8$ cfu/g pada lahan konvensional. Hasil kelimpahan tersebut menunjukkan bahwa kelimpahan bakteri pada lahan organik lebih banyak dibandingkan lahan konvensional. Menurut Ownley *et al.* (2003), kelimpahan bakteri dapat dipengaruhi oleh kondisi tanah. Tanah yang subur seperti lahan organik akan memiliki pengaruh yang berbeda terhadap kelimpahan bakteri dengan tanah yang sudah terkontaminasi bahan kimia seperti herbisida. Tanah organik memiliki kandungan bahan organik yang tinggi sehingga dapat menunjang kehidupan mikroorganisme tanah. Menurut Antralina *et al.* (2015) populasi dan perkembangan bakteri dipengaruhi sumber energi yang berada di dalam tanah seperti kandungan bahan organik dan ketersediaan oksigen. Menurut Sulistinah *et al.* (2011) tingkat kesuburan dalam suatu ekosistem tanah di antaranya bergantung kepada populasi mikroba untuk mengkonversi bahan organik. Populasi mikroba tanah dapat menjadi indikator kestabilan ketika tanah terkontaminasi pestisida. Bakteri dapat berinteraksi langsung dengan residu pestisida yang memasuki partikel tanah. Pada tanah tercemar pestisida memperlihatkan adanya gangguan terhadap populasi mikroba yang diakibatkan oleh besarnya asupan macam unsur kimia senyawa toksik, struktur diversitas jenis mikroba tanah. Populasi mikroba tanah dapat menjadi indikator kestabilan ketika tanah terkontaminasi pestisida.

Tabel 3. Kelimpahan bakteri pada lahan organik dan lahan konvensional

Kode Isolat Lahan Organik	Jumlah Koloni (cfu/g)	Genus Bakteri	Kode Isolat Lahan konvensional	Jumlah Koloni (cfu/g)	Genus Bakteri
O1	$0,66 \times 10^8$	<i>Pantoea</i> sp	H1	$0,66 \times 10^8$	<i>Bacillus</i>
O2	$1,0 \times 10^8$	<i>Erwinia</i> sp	H2	$0,66 \times 10^8$	<i>Lactobacillus</i>
O3	$1,0 \times 10^8$	<i>Pantoea</i> sp	H4	$0,66 \times 10^8$	<i>Erwinia</i>
O4	$1,33 \times 10^8$	<i>Pantoea</i> sp	H5	$0,33 \times 10^8$	<i>Pantoea</i>
O5	$0,66 \times 10^8$	<i>Bacillus</i> sp	H6	$0,66 \times 10^8$	<i>Erwinia</i>
O7	$1,0 \times 10^8$	<i>Clostridium</i>	H7	$0,33 \times 10^8$	<i>Corynebacterium</i>
O8	$1,33 \times 10^8$	<i>Pantoea</i>	H8	$0,33 \times 10^8$	<i>Corynebacterium</i>
O9	$0,66 \times 10^8$	<i>Clostridium</i>	H9	$0,66 \times 10^8$	<i>Pantoea</i>
O10	$1,0 \times 10^8$	<i>Erwinia</i>	H10	$0,33 \times 10^8$	<i>Lactobacillus</i>
O11	$1,33 \times 10^8$	<i>Pantoea</i>	H11	$0,33 \times 10^8$	<i>Bacillus</i>
O12	$1,0 \times 10^8$	<i>Pantoea</i>	H12	$0,33 \times 10^8$	<i>Lactobacillus</i>
O13	$0,66 \times 10^8$	<i>Pantoea</i>			
O14	$0,66 \times 10^8$	<i>Lactobacillus</i>			
O15	$1,33 \times 10^8$	<i>Pantoea</i>			
O16	$1,66 \times 10^8$	<i>Erwinia</i>			
O17	$0,66 \times 10^8$	<i>Erwinia</i>			
O18	$1,0 \times 10^8$	<i>Pantoea</i>			
O19	$0,33 \times 10^8$	<i>Xanthomonas</i>			
O20	$2,0 \times 10^8$	<i>Erwinia</i>			
O21	$0,66 \times 10^8$	<i>Xanthomonas</i>			
O22	$1,33 \times 10^8$	<i>Pantoea</i>			
O23	$2,66 \times 10^8$	<i>Pantoea</i>			
O24	$1,33 \times 10^8$	<i>Pantoea</i>			
O25	$1,0 \times 10^8$	<i>Pantoea</i>			
O26	$0,66 \times 10^8$	<i>Pantoea</i>			
Jumlah Kelimpahan	$27,0 \times 10^8$			$5,33 \times 10^8$	

4.3 Indeks Keanekaragaman dan Kemerataan Genus Bakteri

Tabel 4. Indeks Kemerataan Genus Bakteri

Lahan	Indeks Kemerataan (E)	Indeks keanekaragaman (H)
Organik	1,580	1,580
Konvensional	1,130	1,130

Berdasarkan hasil perhitungan indeks keanekaragaman bakteri dengan menggunakan rumus keanekaragaman Shannon-Winner (H') didapatkan hasil keanekaragaman pada lahan organik yaitu sebesar 1,580 sedangkan pada lahan konvensional yaitu sebesar 1,130. Pada hasil perhitungan indeks kemerataan bakteri dengan menggunakan rumus kemerataan Pielou's (E) didapatkan hasil

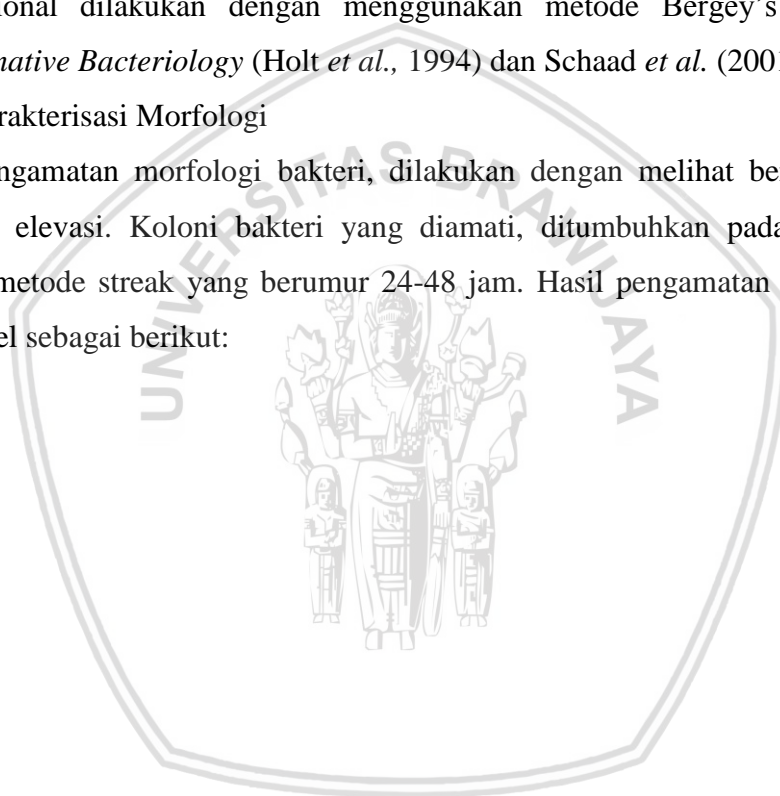
pada lahan organik yaitu sebesar 1,580 dan pada lahan konvensional sebesar 1,130. Hasil keanekaragaman tersebut termasuk ke dalam kategori keanekaragaman tinggi. Menurut Rahman dan Mujiyanti (2013) indeks keanekaragaman kurang dari 1 tergolong kategori rendah, sedangkan indeks keanekaragaman diantara 1 dan 3 termasuk kategori sedang sedangkan indeks keanekaragaman lebih dari 3 termasuk kategori tinggi.

4.4 Identifikasi Bakteri

Identifikasi bakteri yang didapatkan dari lahan organik dan lahan konvensional dilakukan dengan menggunakan metode Bergey's *Manual of Determinative Bacteriology* (Holt *et al.*, 1994) dan Schaad *et al.* (2001).

4.4.1 Karakterisasi Morfologi

Pengamatan morfologi bakteri, dilakukan dengan melihat bentuk, warna, tepi dan elevasi. Koloni bakteri yang diamati, ditumbuhkan pada media NA dengan metode streak yang berumur 24-48 jam. Hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:



Tabel 5. Karakterisasi Morfologi, Fisiologi dan Biokimia Bakteri Lahan Organik

		Karakteristik Morfologi						Karakteristik Fisiologi dan Biokimia					Genus Bakteri
Isolat	Bentuk	Tepian	Elevasi	Warna	Bentuk Sel	Uji Hipersensitif	Katalase	Uji Gram	Uji OF	Uji Media YDC	Uji Media KB	Uji Perlakuan Suhu 33°	
O1	Bulat	Rata	Cembung	Putih Keruh	Batang	-	+	Gram -	F	Kuning	TD	TD	<i>Pantoea</i> sp
O2	Bulat	Rata	Cembung	Putih Bening	Batang	+	+	Gram -	F	Putih	TD	TD	<i>Erwinia</i> sp
O3	Bulat	Rata	Cembung	Putih Keruh	Batang	-	+	Gram -	F	Kuning	TD	TD	<i>Pantoea</i> sp
O4	Bulat	Rata	Cembung	Putih Keruh	Batang	-	+	Gram -	F	Kuning	TD	TD	<i>Pantoea</i> sp
O5	Bulat	Rata	Cembung	Putih Bening	Batang	-	+	Gram +	F	TD	TD	TD	<i>Bacillus</i> sp
O7	Kumpanan	Bergelombang	Cembung	Putih Bening	Batang	-	-	Gram +	F	TD	TD	TD	<i>Clostridium</i>
O8	Bulat	Rata	Cembung	Putih Susu	Batang	-	-	Gram -	F	Kuning	TD	TD	<i>Pantoea</i>
O9	Bulat	Rata	Cembung	Krem	Batang	-	-	Gram +	F	TD	TD	TD	<i>Clostridium</i>
O10	Kumpanan	Bergelombang	Cembung	Putih Bening	Batang	+	-	Gram -	F	Putih	TD	TD	<i>Erwinia</i>
O11	Bulat	Rata	Cembung	Putih Keruh	Batang	+	+	Gram -	F	Kuning	TD	TD	<i>Pantoea</i>
O12	Bulat	Rata	Cembung	Putih Keruh	Batang	+	+	Gram -	F	Kuning	TD	TD	<i>Pantoea</i>
O13	Bulat	Rata	Cembung	Krem	Batang	-	+	Gram -	F	Kuning	TD	TD	<i>Pantoea</i>
O14	Bulat	Rata	Cembung	Putih Susu	Batang	-	-	Gram +	F	TD	TD	TD	<i>Lactobacillus</i>
O15	Bulat	Rata	Cembung	Putih Keruh	Batang	+	+	Gram -	F	Kuning	TD	TD	<i>Pantoea</i>
O16	Bulat	Rata	Cembung	Putih Susu	Batang	+	+	Gram -	F	Putih	TD	TD	<i>Erwinia</i>
O17	Bulat	Rata	Cembung	Kuning Bening	Batang	+	-	Gram -	F	Putih	TD	TD	<i>Erwinia</i>
O18	Bulat	Rata	Cembung	Putih Keruh	Batang	-	+	Gram -	F	Kuning	TD	TD	<i>Pantoea</i>
O19	Bulat	Rata	Cembung	Putih Keruh	Batang	-	+	Gram -	O	TD	-	+	<i>Xanthomonas</i>
O20	Bulat	Rata	Cembung	Kuning	Batang	-	+	Gram -	F	Putih	TD	TD	<i>Erwinia</i>
O21	Bulat	Rata	Cembung	Putih Keruh	Batang	-	+	Gram -	O	TD	-	+	<i>Xanthomonas</i>
O22	Bulat	Rata	Cembung	Putih Keruh	Batang	-	+	Gram -	F	Kuning	TD	TD	<i>Pantoea</i>
O23	Bulat	Rata	Cembung	Putih Keruh	Batang	-	+	Gram -	F	Kuning	TD	TD	<i>Pantoea</i>
O24	Bulat	Rata	Cembung	Putih Keruh	Batang	-	+	Gram -	F	Kuning	TD	TD	<i>Pantoea</i>
O25	Bulat	Rata	Cembung	Putih Susu	Batang	-	+	Gram -	F	Kuning	TD	TD	<i>Pantoea</i>
O26	Bulat	Rata	Cembung	Kuning	Batang	-	+	Gram -	F	Kuning	TD	TD	<i>Pantoea</i>

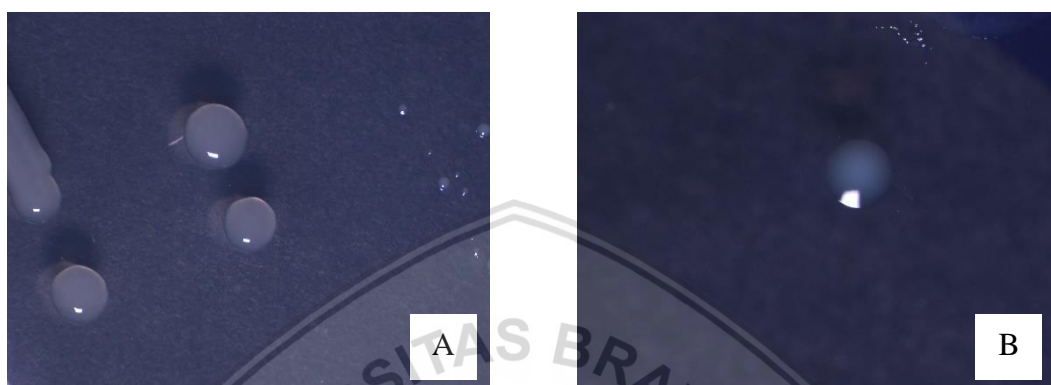
Keterangan: (+) menunjukkan reaksi positif, (-) menunjukkan reaksi negatif, (O) oksidatif, (F) Fermentatif, (TD) tidak diuji

Tabel 6. Karakterisasi Morfologi, Fisiologi dan Biokimia Bakteri Lahan konvensional

Isolat	Bentuk	Karakteristik Morfologi				Karakteristik Fisiologi dan Biokimia							Genus Bakteri
		Tepian	Elevasi	Warna	Bentuk Sel	Uji Hipersensitif	Katalase	Uji Gram	Uji OF	Uji Media YDC	Uji Media KB	Uji Perlakuan Suhu 33°	
H1	Bulat	Tidak Rata	Cembung	Putih Keruh	Batang	-	+	Gram +	F	TD	TD	TD	<i>Bacillus</i>
H2	Bulat	Rata	Cembung	Putih Susu	Batang	-	-	Gram +	F	TD	TD	TD	<i>Lactobacillus</i>
H4	Bulat	Rata	Cembung	Putih Susu	Batang	-	-	Gram -	F	Putih	TD	TD	<i>Erwinia</i>
H5	Bulat	Rata	Datar	Putih Susu	Batang	-	+	Gram -	F	Kuning	TD	TD	<i>Pantoea</i>
H6	Bulat	Rata	Datar	Putih Bening	Batang	+	+	Gram -	F	Putih	TD	TD	<i>Erwinia</i>
H7	Bulat	Rata	Cembung	Putih Susu	Batang	-	+	Gram +	F	TD	TD	TD	<i>Corynebacterium</i>
H8	Bulat	Tidak Rata	Datar	Putih Keruh	Batang	-	+	Gram +	F	TD	TD	TD	<i>Corynebacterium</i>
H9	Bulat	Rata	Cembung	Putih Susu	Batang	+	+	Gram -	F	Kuning	TD	TD	<i>Pantoea</i>
H10	Bulat	Rata	Cembung	Putih Susu	Batang	+	-	Gram +	F	TD	TD	TD	<i>Lactobacillus</i>
H11	Berakar	Tidak Rata	Datar	Putih Susu	Batang	-	+	Gram +	F	TD	TD	TD	<i>Bacillus</i>
H12	Bulat	Rata	Cembung	Kuning	Batang	-	-	Gram +	F	TD	TD	TD	<i>Lactobacillus</i>

Keterangan: (+) menunjukkan reaksi positif, (-) menunjukkan reaksi negatif, (O) oksidatif, (F) Fermentatif, (TD) tidak diuji

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi koloni didapatkan morfologi koloni yang bervariasi. Dari 36 isolat, bakteri umumnya memiliki bentuk koloni bulat, berwarna putih susu, putih keruh, putih bening, krem, kuning dan kuning bening dengan elevasi datar dan cembung serta memiliki tepian rata dan bergelombang.



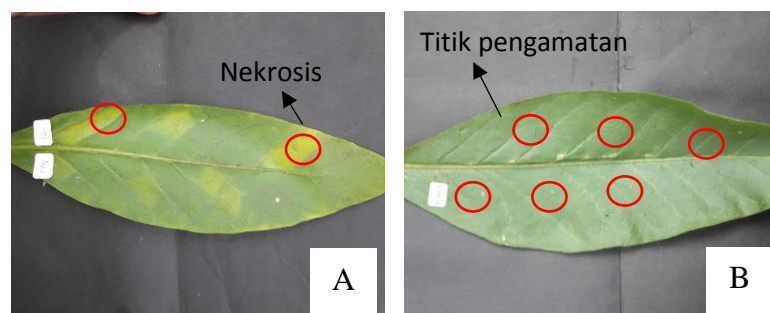
Gambar 4. Bentuk koloni bakteri tunggal (A: Isolat H7, B: Isolat O16)

4.4.2 Karakterisasi Fisiologi dan Biokimia

Karakterisasi bakteri secara fisiologi dan biokimia mengacu pada metode identifikasi menurut Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (Holt *et al.*, 1994) dan Schaad *et al.* (2001) yang meliputi uji hipersensitif, pengujian gram, uji katalase, uji pewarnaan endospora, uji oksidatif fermentatif, pertumbuhan pada media YDC dan pigmen fluorescents pada media King's B.

1. Uji Hipersensitif

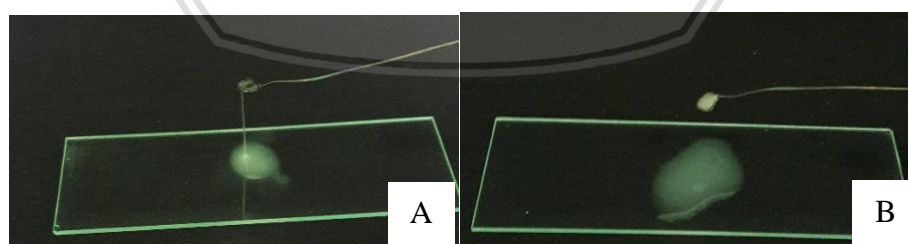
Uji Hipersensitif merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui apakah bakteri yang didapatkan patogen tanaman atau bukan. Suspensi bakteri 10^8 sel/ml diinfiltrasikan pada daun tembakau. Gejala hipersensitif terlihat jika pada bagian yang diinfiltrasi suspensi bakteri terjadi nekrosis dalam waktu 1–4 hari (Klement, 1990 dalam Fanani *et al.*, 2015). Hasil uji hipersensitif pada 36 isolat bakteri yang diinokulasikan ke dalam daun tembakau menunjukkan hasil bahwa terdapat 7 isolat bakteri pada lahan organik yaitu kode isolat O2, O10, O11, O12, O15, O16 dan O17 serta 3 isolat bakteri pada lahan konvensional yaitu kode isolat H6, H9 dan H10 yang merupakan patogen. Ciri dari patogen tanaman yang diinokulasikan pada tanaman tembakau yaitu adanya nekrosis pada daun tanaman tembakau.



Gambar 5. Hasil uji hipersensitif pada daun tembakau hari ke tiga (A: Isolat O16 yang mengalami nekrosis, B: Kontrol air)

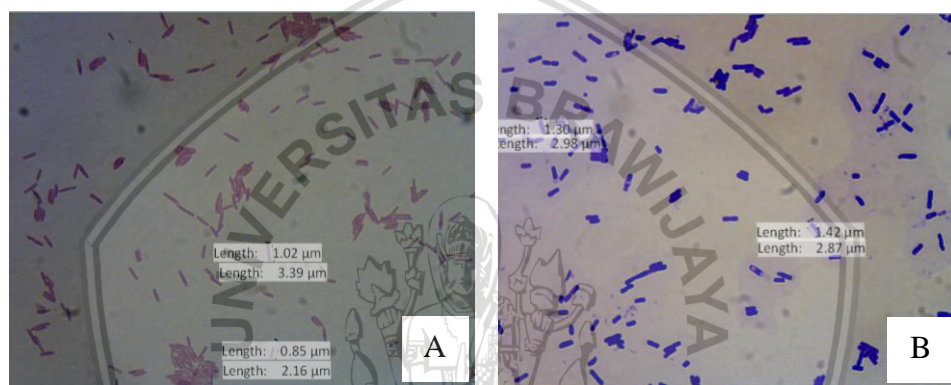
2. Pengujian Gram

Pengujian Gram dilakukan untuk mengetahui bakteri gram positif dan gram negatif. Uji KOH 3% dilakukan mengambil dari biakan murni pada medium NA dengan menggunakan jarum ose kemudian diletakkan diatas gelas preparat yang telah ditetesi larutan KOH 3 %. Secara teratur koloni bakteri dan larutan tersebut diaduk dengan jarum ose hingga benar-benar tercampur sambil diangkat-angkat setinggi 0,5 – 1 cm. Koloni yang berlendir dan melekat menunjukkan adanya reaksi positif yang menunjukkan bakteri tersebut tergolong Gram Negatif (G-), dan sebaliknya yang tidak berlendir dan terlepas adalah reaksi negatif yang merupakan bakteri Gram Positif (G+) (Lelliot dan Stead (1987) dalam Herwati, 2015). Hasil uji KOH 3% terdapat 11 bakteri gram positif yaitu isolat O5, O7, O9, O14, H1, H2, H7, H8, H10, H11 dan H12, dan terdapat 25 bakteri gram negatif yaitu isolat O1, O2, O3, O4, O8, O10, O11, O12, O13, O14, O15, O16, O17, O18, H4, H5, H6, dan H9.



Gambar 6. Hasil uji KOH (A: isolat O2 menghasilkan lendir, B: isolat O7 tidak menghasilkan lendir)

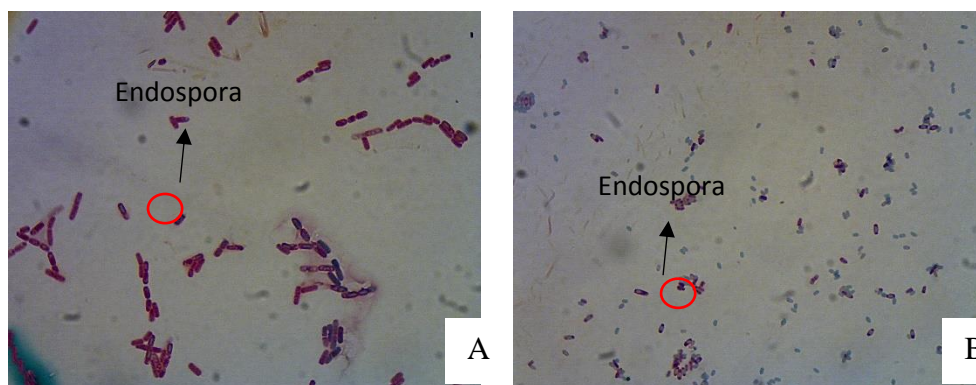
Uji pewarnaan Gram diamati dengan mikroskop dengan perbesaran 100x. Hasilnya menunjukkan bakteri gram positif pada isolat O5, O7, O9, O14, H1, H2, H7, H8, H10, H11, dan H12 yang berwarna biru keunguan dan bakteri gram negatif yaitu isolat O1, O2, O3, O4, O8, O10, O11, O12, O13, O14, O15, O16, O17, O18, H4, H5, H6, dan H9 yang berwarna merah. Menurut Fardiaz (1989) dalam Fitrah *et al.* (2017), dalam pewarnaan gram sel-sel yang tidak dapat melepaskan warna dan akan tetap berwarna seperti warna kristal violet yaitu biru-ungu disebut bakteri gram positif, sedangkan sel-sel yang dapat melepaskan kristal violet dan mengikat safranin sehingga berwarna merah muda disebut bakteri gram negatif



Gambar 7. Hasil uji pewarnaan gram pada mikroskop (perbesaran 100x) (A: Isolat O22 gram negatif, B: Isolat O7 gram positif)

3. Pengecatan endospora

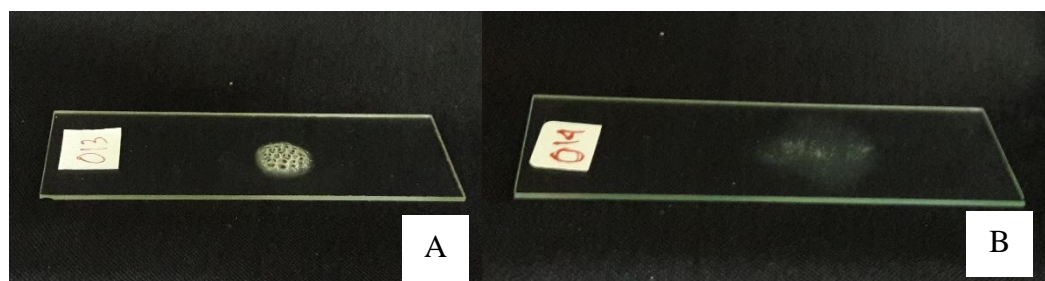
Pengecatan endospora dilakukan untuk mengetahui bakteri yang didapatkan memiliki endospora atau tidak. Spora yang terdapat pada bakteri akan nampak berwarna kehijauan dan terdapat warna merah di sekitarnya yang menunjukkan sel vegetatif dari bakteri (Schaad *et al.*, 2001). Hasil pengecatan spora menunjukkan bahwa pada isolat O5, O7, O9, H1 dan H11 terdapat spora yang berwarna hijau muda yang terdapat di tengah koloni bakteri.



Gambar 8. Hasil pengecatan spora (A: isolat H11 menghasilkan endospora, B: isolat H1 menghasilkan endospora)

4. Uji katalase

Uji katalase merupakan pengujian untuk mengetahui apakah bakteri dapat menghasilkan enzim katalase atau tidak. Berdasarkan hasil dari uji katalase, isolat O1, O2, O3, O4, O5, O11, O12, O13, O15, O16, O18, O19, O20, O21, O22, O23, O24, O25, O26, H1, H4, H5, H6, H7, H8, H9 dan H11 dapat menghasilkan enzim katalase, sedangkan isolat O7, O8, O9, O10, O14, O17, H10 dan H12 tidak dapat menghasilkan enzim katalase. Indikator bakteri dapat menghasilkan enzim katalase yaitu adanya gelembung udara sedangkan bakteri yang tidak dapat menghasilkan enzim katalase tidak terdapat gelembung udara. Menurut Ulfa *et al.* (2016) beberapa bakteri dapat menghasilkan enzim katalase atau peroksidase yang dapat mendestruksi hydrogen peroksida (H_2O_2). Hidrogen peroksida bersifat toksik sehingga dengan cepat dapat merusak komponen sel bakteri. Dengan enzim katalase, H_2O_2 akan dikatalisis menjadi H_2O dan O_2 . Pada uji katalase, koloni bakteri uji dicampur dengan H_2O_2 10% di atas kaca benda. Jika hasil positif, maka akan terbentuk gelembung udara di sekitar koloni.



Gambar 9. Hasil uji katalase (A: Isolat O13 yang bereaksi positif, B: Isolat O14 yang bereaksi negatif)

5. Uji Oksidatif Fermentatif

Hasil uji Oksidatif-fermentatif menunjukkan bahwa pada isolat O1, O2, O3, O4, O5, O7, O8, O9, O10, O11, O12, O13, O14, O15, O16, O17, O18, O20, O23, O24, O25, O26, H1, H2, H4, H5, H6, H7, H8, H9, H10, H11 dan H12 menunjukkan sifat fermentatif yang ditandai dengan adanya perubahan warna dari biru tua ke kuning pada media yang ditutup *water agar* sedangkan pada isolat O19 dan O21 menunjukkan sifat oksidatif yang ditandai dengan tidak adanya perubahan warna pada media yang ditutup *water agar*.

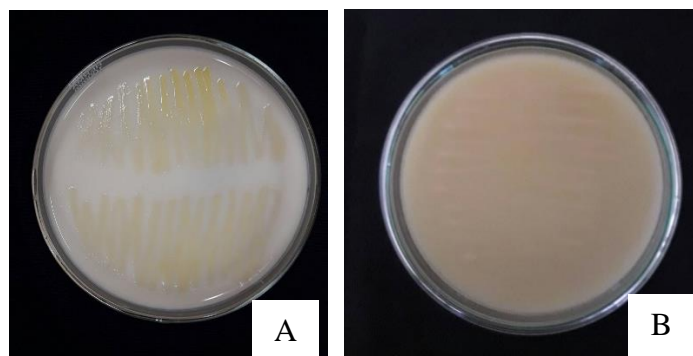


Gambar 10. Hasil uji oksidatif-fermentatif (A: Isolat O19 bersifat oksidatif, B: Isolat H2 bersifat fermentatif)

Uji oksidatif-fermentatif dilakukan dengan cara bakteri diinokulasikan ke dalam media kemudian ditutup dengan agar cair 3 % yang steril untuk uji fermentatif, sedangkan untuk uji oksidatif tidak ditutup dengan agar cair. Jika terjadi perubahan warna menjadi kuning dan keruh pada uji oksidatif dan uji fermentatif maka reaksinya positif. Pada pengujian ini digunakan kontrol berupa media uji tanpa bakteri (Herwati, 2015).

6. Pertumbuhan pada Media *Yeast Dextrose Carbonate* (YDC)

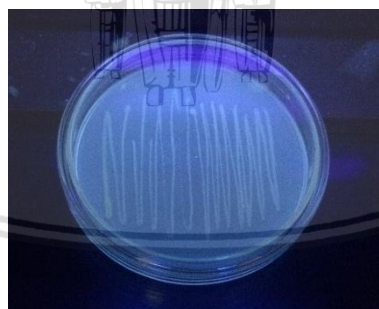
Hasil uji pada media YDC, menunjukkan bahwa pada isolat O1, O3, O4, O8, O11, O12, O13, O15, O18, O22, O23, O24, O25, O26, H5 dan H9 bereaksi positif yang ditunjukkan dengan warna kuning pada bakteri yang ditumbuhkan pada media YDC, sedangkan isolat O2, O10, O16, O17, O20, H4 dan H6 bereaksi negatif. Menurut Schaad *et al.* (2001) Yeast Extract Dextrose CaCO_3 (YDC) merupakan salah satu media untuk membedakan pertumbuhan bakteri *Erwinia* sp. dengan *Pantoea* sp. Bakteri uji digores pada media YDC dan diinkubasi selama 48 jam. Jika koloni bakteri berwarna kuning pada media, hal tersebut menunjukkan reaksi positif.



Gambar 11. Hasil uji YDC (A: Isolat O3 yang bereaksi positif, B: Isolat O10 yang bereaksi negatif)

7. Pigmen Fluorescents pada Media King's B

Pengujian pigmen fluorescens dilakukan untuk mengetahui bakteri yang diuji menghasilkan fluorescens atau tidak. Reaksi positif ditunjukkan dengan adanya fluorescens sedangkan reaksi negatif tidak menghasilkan fluorescens. Hasil pengujian pigmen fluorescens yaitu pada isolat O19 dan O21 bereaksi negatif sehingga isolat tersebut bukan merupakan bakteri *Pseudomonas*. Menurut Herwati (2015) apabila bakteri diamati pada ruang gelap dengan menggunakan lampu UV dengan Panjang gelombang 366nm terjadi fluoresensi berarti reaksi positif yaitu dapat mengkatalisis pigmen fluoresen.

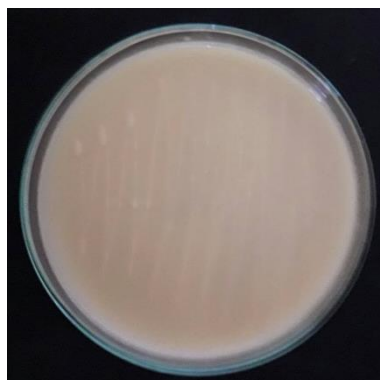


Gambar 12. Pigmen fluoresens pada media King's B pada isolat O19 yang bereaksi negatif.

8. Pertumbuhan pada Media YDC 33° C

Hasil pengujian pada media YDC yang diinkubasi pada suhu 33° menunjukkan bahwa isolat O19 dan O21 bereaksi positif yaitu dapat tumbuh pada suhu 33° sehingga kedua isolat tersebut termasuk ke dalam genus *Xanthomonas*. Menurut Herwati (2015) koloni bakteri digores pada media YDC, lalu diinkubasi pada suhu 33° C selama 24-72 jam. Pengamatan dilakukan setelah 3 hari, jika

bakteri dapat tumbuh, berarti mampu hidup pada suhu 33° C dan termasuk ke dalam genus *Xanthomonas*.



Gambar 13. Hasil uji YDC 33° C pada isolat O19 yang bereaksi positif

4.5 Potensi Bakteri yang ditemukan

Erwinia

Bakteri dengan genus *Erwinia* pada umumnya memiliki potensi sebagai patogen tanaman seperti *Erwinia amylovora*, *E. carotovora* dan *E. chrysanthemi*. *Erwinia cartotovora* merupakan bakteri penyakit penyebab busuk lunak pada kentang. Bakteri ini merupakan patogen terbawa tanah yang sulit dikendalikan secara kimiawi dan penyebarannya sangat cepat (Javandira *et al.*, 2013).

Selain berpotensi sebagai patogen, terdapat bakteri *Erwinia* yang bermanfaat sebagai agen antagonis. Salah satu contoh bakteri yang dapat digunakan sebagai agen antagonis yaitu *Erwinia herbicola*. Menurut Kearns (1993) *E. herbicola* menghasilkan aktivitas antijamur dan antibakteri dengan strain tunggal menghasilkan lebih dari satu bakteriosin atau antibiotik.

Pantoea

Pantoea memiliki potensi sebagai patogen tanaman, salah satunya yaitu *Pantoea sterwatii* yang menyebabkan penyakit layu Stewart pada tanaman jagung. Penyakit ini merupakan penyakit penting karena dapat mengakibatkan kehilangan hasil. Di Indonesia, penyakit layu Stewart masih tergolong baru dan belum ditemukan cara pengendaliannya (Desi and Novia, 2017).

Genus *Pantoea* selain memiliki potensi sebagai patogen, juga berpotensi sebagai agens hayati. *Pantoea agglomerans* diketahui secara luas digunakan sebagai alternatif pada pengendalian *Erwinia amylovora* pada beberapa negara. *P.*

agglomerans menghasilkan antibiotik unik yang bersifat alkali dan fosfat yang spesifik untuk mengendalikan *E. amylovora* (Pusey *et al.*, 2011).

Bacillus

Bacillus merupakan salah satu genus bakteri yang memiliki banyak potensi yang bermanfaat salah satunya sebagai agens hayati. Pada lahan organik dan lahan konvensional, ditemukan genus bakteri *Bacillus* sp. yang bukan merupakan patogen. Salah satu manfaat bakteri sebagai agens hayati yaitu sebagai bakteri antagonis. Peran *Bacillus* sp. sebagai agens pengendali hayati sangat bervariasi tergantung isolat antagonis, patogen dan lingkungannya (Arwiyanto and Hartana, 1999).

Terdapat beberapa spesies bakteri *Bacillus* yang memiliki kemampuan untuk menekan pertumbuhan patogen salah satunya yaitu *Bacillus subtilis*. Menurut Wartono (2015), penyemprotan tanaman padi dengan formulasi *B. subtilis* dapat menekan penyakit hawar daun bakteri hingga 21% dan berpotensi meningkatkan hasil panen hingga 50%. Menurut Suriani & Muis (2016), *B. subtilis* menghambat perkembangan patogen melalui mekanisme persaingan, antibiosis, dan pemacuan pertumbuhan. Keefektifan *B. subtilis* dapat menghambat reproduksi jamur patogen dalam mengendalikan penyakit pada berbagai tanaman dan menunjukkan hasil yang cukup signifikan, seperti penyakit busuk buah kakao yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora palmivora*, *Rizhoctonia solani*, *Colletotrichum panacicola*, dan *Pseudomonas syringae*. Menurut Zongzheng *et al.* (2009) *B. subtilis* mampu mensintesis lebih dari 60 jenis antibiotik yang sebagian besar memiliki efek antijamur dan dapat menghambat reproduksi jamur patogen. *B. subtilis* juga dapat merangsang pertumbuhan tanaman.

Xanthomonas

Xanthomonas secara umum dikenal sebagai bakteri patogen tanaman. Namun terdapat beberapa bakteri *Xanthomonas* yang berhubungan dengan tanaman namun tidak menyebabkan gejala penyakit pada tanaman. Terdapat strain *Xanthomonas* berpigmen kuning yang berhubungan dengan sayuran lunak pasca panen dan buah-buahan yang tidak menyebabkan penyakit ketika diinokulasikan ke tanaman inang (Vauterin *et al.*, 1996). Salah satu contoh bakteri genus *Xanthomonas* yang bukan merupakan patogen yaitu *Xanthomonas arboricola*

yang terdapat pada pohon kenari. Strain ini tidak menyebabkan penyakit pada pohon walnut dan spesies tanaman lainnya (Cesbron et al., 2015).

Lactobacillus

Bakteri dari genus *Lactobacillus* sering dicirikan sebagai mikroorganisme zimogenik, yaitu mikroorganisme yang mampu memfermentasi karbohidrat menjadi asam laktat. *Latobacillus* sering ditemukan dalam inokulan mikroba komersial yang memiliki manfaat pada pertumbuhan dan hasil tanaman. (Primavesi, 1994).

Clostridium

Clostridium merupakan salah satu bakteri yang menghasilkan enzim protease yang dapat digunakan sebagai bioremediasi lingkungan. Enzim protease yang dihasilkan oleh *Clostridium* dapat mengurai atau menghilangkan protein kompleks pada lingkungan yang tercemar (Dewi et al., 2015). Selain sebagai bioremediasi lingkungan, bakteri *Clostridium* juga dapat berperan sebagai dekomposer. Menurut, *Clostridium* termasuk ke dalam bakteri selulotik. Penggunaan bakteri selulotik sebagai bioaktivator dapat digunakan sebagai strategi untuk mempersingkat waktu dekomposisi kulit kopi yang dapat digunakan sebagai bahan dalam pembuatan kompos (Nurfitriani and Handayanto, 2017).

Corynebacterium

Bakteri *Corynebacterium sp.* yang merupakan salah satu agens hayati bersifat antagonis (agens antagonis) yang dapat mengendalikan beberapa jenis OPT utamanya terhadap penyakit kresek pada tanaman padi yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas campestris pv oryzae* (Ismail et al., 2011). Efektifitas *Corynebacterium* sebagai bakteri antagonis terhadap penyakit hawar daun bakteri menunjukkan penghambatan pada pemunculan gejala awal, penyebaran maupun intensitas serangan (BBPOPT, 2007 dalam Ismail et al., 2011).

4.6 Pengujian Herbisida

Uji herbisida dilakukan dengan menggunakan isolat bakteri yang dominan dari masing-masing lahan organik dan lahan konvensional. Bakteri yang diuji dari lahan organik yaitu *Erwinia* dan *Pantoea* sedangkan dari lahan konvensional yaitu *Bacillus* dan *Lactobacillus*. Berikut merupakan hasil pengujian herbisida secara in vitro:

Tabel 7. Pengujian herbisida berbahan aktif oksifluorfen terhadap isolat bakteri dominan pada lahan organik dan lahan lahan konvensional

Konsentrasi	Bakteri			
	<i>Erwinia</i> (Isolat O17)	<i>Pantoea</i> (Isolat O25)	<i>Lactobacillus</i> (Isolat H12)	<i>Bacillus</i> (Isolat H11)
2,5 ml/l	+	-	-	-
2,0 ml/l	+	-	-	-
1,5 ml/l	+	-	-	-
1,0 ml/l	+	-	-	-
0,5 ml/l	+	-	-	-

Keterangan: (+) mampu tumbuh, (-) tidak mampu tumbuh

Berdasarkan hasil pengujian herbisida secara *in vitro*, diketahui bahwa dari keempat bakteri yang diuji, hanya bakteri *Erwinia* yang berpotensi sebagai patogen saja yang dapat hidup di semua perlakuan, sedangkan bakteri *Pantoea*, *Bacillus* dan *Lactobacillus* tidak dapat hidup. Perbedaan pengaruh herbisida terhadap pertumbuhan mikroba dapat disebabkan oleh adanya perbedaan respon bakteri terhadap adanya pengaplikasian herbisida. Genus *Pantoea*, *Bacillus* dan *Lactobacillus*, merespon negatif terhadap adanya pestisida sedangkan genus *Erwinia* dapat tahan dan tumbuh pada aplikasi herbisida. Menurut Sulistinah *et al.*, (2011) dampak pestisida terhadap kehidupan mikroba adalah bervariasi yang disebabkan karena perbedaan tipe tanah dan juga terkait dengan kompleksitas kelompok mikroba yang terkandung di dalamnya. Beberapa kelompok mikroba tertentu memiliki respon positif terhadap kehadiran pestisida karena dapat memanfaatkannya sebagai sumber karbon, namun sementara kelompok lainnya menjadi tidak dapat berkembang dan bahkan mungkin dalam kurun waktu yang lama akan tertekan oleh keberadaan pestisida yang akhirnya menjadi punah dari lingkungannya sehingga penggunaan herbisida dapat menyebabkan bakteri *Erwinia* yang merupakan patogen dapat hidup sedangkan bakteri non patogen yaitu *Pantoea* dan *Bacillus* akan mati. Menurut Adhikary *et al.* (2014), penerapan herbisida berbahan aktif Oksifluorfen menyebabkan penekanan maksimum melalui penghambatan pertumbuhan pengembangan koloni bakteri, sehingga pertumbuhan bakteri non patogen menjadi terhambat.

Pada bahan aktif Oksifluorfen terdapat senyawa fluor yang dapat mempengaruhi bakteri yaitu dengan penghambatan langsung enzim seperti enolase, urease, katalase dan pophatase. Melalui efek dari aluminofluorida atau

beriliumflorida kompleks akan mempengaruhi enzim translokasi fisfat seperti fosfatase. Senyawa fluor memiliki efek toksik pada mikroorganisme tanah pada konsentrasi yang tinggi. Terdapat korelasi negatif antara konsentrasi fluoride yang tinggi yang berasal dari herbisida berbahan aktif Oksifluorfen dengan aktivitas enzim fosfatase dan bakteri di dalam tanah yang merupakan bakteri pelarut fosfat (Poulsen, 2011; Suliasih & Rahmat, 2007).

4.7 Pembahasan Umum

Hasil uji in vitro menunjukkan bahwa dari 4 genus bakteri, terdapat satu genus bakteri yaitu *Erwinia* yang berpotensi sebagai penyakit yang dapat tumbuh, sedangkan 2 genus lainnya yaitu *Bacillus* dan *Pantoea* yang merupakan non patogen tidak dapat tumbuh. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa penggunaan herbisida berbahan aktif oksifluorfen menyebabkan bakteri patogen hidup sedangkan bakteri non patogen mati. Patogen yang hidup disebabkan oleh adanya pemanfaatan herbisida oleh bakteri patogen sehingga dapat hidup pada media yang diaplikasikan herbisida berbahan aktif oksifluorfen. Hal tersebut didukung oleh pendapat Poddar *et al.* (2017) yang mengatakan bahwa mikroorganisme dapat mendegradasi herbisida dari berbagai konsentrasi dan menurunkan efek toksik secara bertahap. Setelah itu, karbon yang dilepaskan dari herbisida yang terdegradasi dapat meningkatkan populasi dari mikroba.

Dampak yang diakibatkan oleh adanya kemampuan bakteri patogen dalam mendegradasi herbisida serta memanfaatkannya dalam meningkatkan populasi yang didukung dengan adanya efek negatif terhadap bakteri non patogen berupa kematian bakteri akan menyebabkan bakteri patogen pada tanah menjadi dominan. Hal tersebut didukung oleh pendapat Das *et al.* (2005) yang menyatakan bahwa kehadiran pestisida dapat menyebabkan beberapa kelompok bakteri menjadi tidak dapat berkembang dan bahkan mungkin dalam kurun waktu yang lama akan tertekan oleh keberadaan pestisida yang akhirnya menjadi punah dari lingkungannya sehingga bakteri non patogen pada lahan akan menurun populasinya bahkan menjadi punah sedangkan bakteri patogen yang dapat memanfaatkan herbisida yang diaplikasikan akan terus meningkat populasinya dan menyebabkan bakteri patogen menjadi dominan.

Bakteri patogen yang dominan dapat membahayakan tanaman budidaya. Berdasarkan hasil, bakteri *Erwinia* yang berpotensi sebagai patogen, dapat tumbuh pada aplikasi herbisida berbahan aktif Oksifluorfen sehingga aplikasi herbisida berbahan aktif Oksifluorfen pada lahan dapat menyebabkan keberadaan *Erwinia* dalam tanah dapat merugikan tanaman. Tanaman akan terganggu pertumbuhannya karena terkena serangan penyakit sehingga dapat berpengaruh terhadap produksi tanaman budidaya. Menurut Brown *et al.* (1984) dalam Nurhayati (2013), semakin banyak jumlah dan macam species patogen tular tanah di dalam tanah maka semakin besar pula peluang akan terjadinya serangan penyakit pada tanaman. Menurut Nurhayati (2013), bakteri patogen yang ada di dalam tanah dapat menurunkan produksi dan kualitas tanaman. Serangan yang terjadi mengakibatkan gejala seperti busuk akar, perubahan warna jaringan, layu, busuk pucuk atau bahkan matinya tanaman. Serangan bakteri patogen yang semakin meningkat, dapat menyebabkan kerugian yang besar bagi tanaman budidaya bahkan dapat berpotensi kehilangan hasil produksi. Menurut Dalmadiyo (2004) kerugian yang ditimbulkan oleh patogen tular tanah juga dapat bervariasi dari tidak terlalu merugikan atau ringan sampai mengakibatkan serangan berat dimana tanaman tidak dapat berproduksi.

Penggunaan herbisida berbahan aktif Oksifluorfen dapat merusak lingkungan salah satunya karena dapat membunuh serta menurunkan kelimpahan bakteri non patogen yang ada di lahan pertanian serta meningkatkan kelimpahan bakteri patogen. Menurunnya populasi bakteri non patogen serta meningkatnya kelimpahan bakteri patogen dapat menjadi indikator bahwa tanah tersebut merupakan tanah yang tidak sehat. Menurut Neher (2001) komunitas mikroba selain berperan penting dalam proses-proses ekologi seperti siklus hara juga respon terhadap gangguan pada lingkungan tanah seperti kontaminasi terhadap logam berat dan pestisida. Menurut Sulistinah *et al.* (2011) tingkat kesuburan dalam suatu ekosistem tanah di antaranya bergantung kepada populasi mikroba untuk mengkonversi bahan organik. Populasi mikroba tanah dapat menjadi indikator kesetabilan ketika tanah terkontaminasi pestisida. Bakteri dan jamur merupakan mikroba yang berfungsi dalam proses mineralisasi untuk memelihara keseimbangan nutrisi tanah. Oleh karena itu keberadaan bakteri dan jamur di

tanah dapat menjadi metode pendekatan selaku fungsi bioindikator berdasar kemampuan hidup dan aktivitas mikroflora tersebut.

Potensi bakteri non patogen, salah satunya dapat mendukung dalam pengendalian organisme pengganggu tanaman pada lahan budidaya sebagai agens hayati. Bakteri yang berpotensi sebagai agens hayati dapat mendukung adanya kesehatan lingkungan pertanian karena penggunaan agens hayati dapat mengurangi penggunaan pestisida yang dapat mencemari lingkungan. Beberapa genus yang ditemukan yaitu *Pantoea*, *Baillus* dan *Corynebacterium* pada umumnya berpotensi sebagai agens antagonis. Menurut Hasanudin (2003) pengendalian hayati dengan memanfaatkan bakteri antagonis sebagai pengganti pestisida, hal ini terbukti efektif pada beberapa jenis bakteri potensial yang digunakan sebagai agens hayati. Bakteri – bakteri antagonis ini dapat menghasilkan antibiotik dan siderofor dan dapat berperan sebagai kompetitor terhadap unsur hara bagi patogen tanaman, pemanfaatan bakteri – bakteri antagonis ini dimasa depan akan menjadi salah satu pilihan bijak dalam usaha meningkatkan produksi pertanian sekaligus menjaga kelestarian hayati untuk menunjang budidaya pertanian berkelanjutan.

Keberadaan mikroorganisme dalam tanah mempengaruhi kondisi lingkungan, dan bergantung pada jenis penggunaan tanah dan pengelolaannya. Tanah yang digunakan dalam bidang pertanian harus memiliki kondisi lingkungan yang baik sehingga keadaan mikroorganisme dalam tanah dapat terjaga. Penggunaan lahan organik dapat menjaga kondisi lingkungan, karena memiliki tingkat kesuburan tanah yang tinggi yang ditunjukkan dengan melimpahnya mikroorganisme di dalam tanah dan penggunaan pestisida kimia pada lahan konvensional dapat membahayakan kesuburan tanah yang ditunjukkan dengan rendahnya populasi mikroba di dalam tanah (Saraswati *et al.*, 2007). Hal tersebut didukung oleh pendapat Yunus *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa mikroorganisme di dalam tanah berperan sebagai penyedia unsur hara bagi keberlangsungan hidup tumbuhan. Jumlah mikroorganisme tanah yang melimpah menggambarkan tingkat kesuburan tanah dan sifat tanah secara biologis.

V. PENUTUP

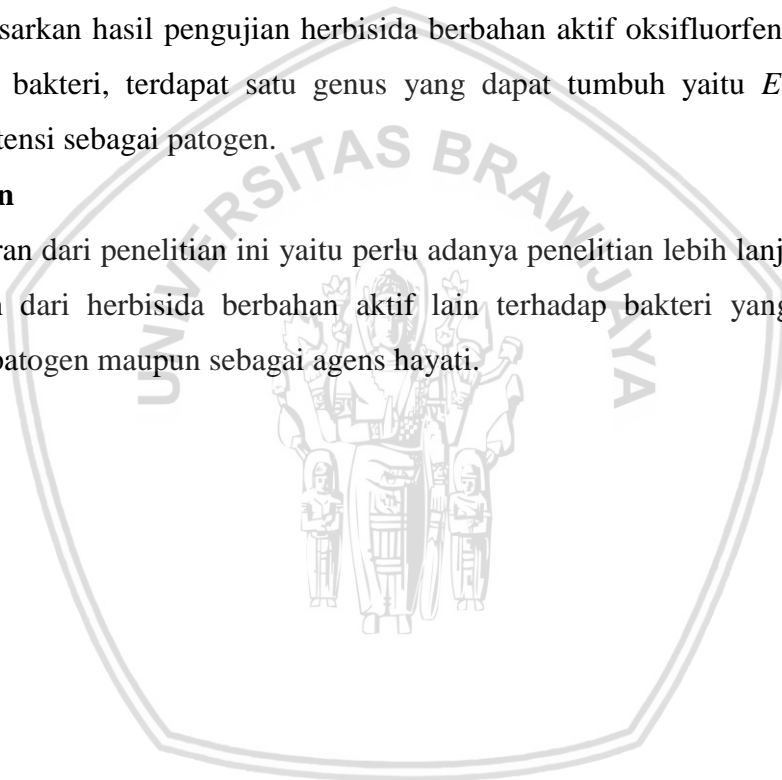
5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

1. Kelimpahan bakteri pada lahan organik lebih tinggi dibandingkan dengan lahan konvensional yaitu sebesar $27,0 \times 10^8$ cfu/g sedangkan lahan konvensional sebesar $5,33 \times 10^8$ cfu/g. Genus yang ditemukan pada lahan organik yaitu *Erwinia*, *Pantoea*, *Xanthomonas*, *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Clostridium*. Genus yang ditemukan pada lahan konvensional yaitu *Erwinia*, *Pantoea*, *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Corynebacterium*.
2. Berdasarkan hasil pengujian herbisida berbahan aktif oksifluorfen pada empat genus bakteri, terdapat satu genus yang dapat tumbuh yaitu *Erwinia* yang berpotensi sebagai patogen.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini yaitu perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh dari herbisida berbahan aktif lain terhadap bakteri yang berpotensi sebagai patogen maupun sebagai agens hayati.



DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Y.P. 2015. Studi Pengendalian Gulma dengan Menggunakan Herbisida pada Budidaya Kedelai Jenuh Air di Lahan Pasang Surut. M.S. Thesis. Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia
- Adhikary, P., S. Shil, dan P.S. Patra. 2014. Effect of Herbicides on Soil Microorganisms in Transplanted Chilli. 3(1): 236–238.
- Alexander, M. 1977. Introduction to Soil Microbiology. 2nd Ed. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Amritha, K., and K.M.D. Devi. 2018. Effect Of Herbicides on Microbial Biomass Carbon in Medium and High Organic Matter Soils Under Rice. 19(1): 1–5.
- Antonius, S., Agustyani, H. Imamuddin, dan T.K. Dewi. 2014. Kajian Bakteri Penghasil Hormon Tumbuh IAA Sebagai Pupuk Organik Hayati dan Kandungan IAA Selama Penyimpanan. Pros. Semin. Nas. Pertan. Organik: 279–285.
- Antralina, M., D. Kania., dan J. Santoso. 2015. Pengaruh Pupuk Hayati Terhadap Kelimpahan Bakteri Penambat Nitrogen dan Pertumbuhan Tanaman Kina (*Cinchona ledgeriana* Moens) klon Cib.5. Jurnal Penelitian Teh dan Kina 18(2): 177-185
- Arwiyanto, T., dan I. Hartana. 1999. Pengendalian Hayati Penyakit Layu Bakteri Tembakau: Percobaan Rumah Kaca. J. Perlindungan Tanam. Indones. 5(1): 50–59.
- Astuti, Y.W., L.U. Widodo, dan I. Budisantosa. 2013. Pengaruh Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Penambat Nitrogen terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat pada Tanah Masam. J. Univ. Soedirman.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). Standar Nasional Indonesia 01-6729-2002. Sistem Pangan Organik. Jakarta.
- Cahyono, B. (2005). Bawang Daun: Teknik Budidaya dan Analisis Usaha Tani. Kanisius. Yogyakarta.
- Cesbron, S., M. Briand, S. Essakhi, S. Gironde, T. Boureau, C. Manceau, M. Fischer-Le Saux, dan M.-A. Jacques. 2015. Comparative Genomics of Pathogenic and Nonpathogenic Strains of *Xanthomonas arboricola* Unveil Molecular and Evolutionary Events Linked to Pathoadaptation. Front. Plant Sci. 6:1126.
- Chrisnawati., Sudjijo, L. Marlen, dan Nasrun. 2017. Evaluasi Antagonis *Pseudomonas Fluorescens* dalam Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium pada Tomat. 3(2): 273–277.

- Dalmadiyo, G. 2004. Kajian Interaksi Infeksi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne incognita*) dengan Bakteri *Ralstonia Solanacaerum* pada Tembakau Temanggung. Disertasi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Desi, Y., dan P. Novia. 2017. Upaya Pengendalian Penyakit Layu Stewart (*Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*) pada Tanaman Jagung Menggunakan Rizobakteria. J. Bibiet 2(1): 8–19.
- Dewi, T.K., E.S. Arum, H. Imamudin, dan S. Antonius. 2015. Karakterisasi Mikroba Perakaran (PGPR) Agen Penting Pendukung Pupuk Organik Hayati. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, 1(2), 289-295
- Djaenuddin, N. 2016. Interaksi Bakteri Antagonis dengan Tanaman: Ketahanan Terinduksi pada Tanaman Jagung. 11(2): 143–148.
- Emalinda, O., dan A.P. Wahyudi. 2003. Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L .) Merr .) Pada Ultisol. 11(4): 309–314.
- Fanani, A.K., A.L. Abadi, dan L.Q. Aini. 2015. Eksplorasi Bakteri Patogen pada Beberapa Spesies Tanaman Kantong Semar (*Nepenthes* sp.). HPT FPUB 3(3): 104–110.
- Fitrah, R., M. Irfan, dan D.R. Saragih. 2017. Analisis Bakteri Tanah di Hutan Larangan Adat Rumbio. J. Agroteknologi H.R 8(1): 17–22.
- Glick, B.R. 1995. The Enhancement of Plant Growth by Free-Living Bacteria. Can. J. Microbiol. 41(2): 109–117.
- Hasanudin. 2003. Peningkatan Peranan Mikroorganisme dalam Sistem Pengendalian Penyakit Tumbuhan Secara Terpadu. Fakultas Pertanian Univ. Sumatera Utara: 1–9.
- Herawati, N.K., J. Hendrani, dan S. Nugraheni. 2014. Viabilitas Pertanian Organik Dibandingkan dengan Pertanian Konvensional. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan: 1–40.
- Herwati, A. 2015. Isolasi dan Karakterisasi Penyebab Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* L.) pada Tanaman Padi di Wilayah Sulawesi Selatan. STIP YAPIM Maros.
- Holderman, M.V., E.D. Queljoe, dan S.B. Rondonuwu. 2017. Identifikasi Bakteri pada Pegangan Eskalator di Salah Satu Pusat Perbelanjaan di Kota Manado. J. Ilm. Sains 17(1): 13–18.
- Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T. Williams, S.T. (1994). Bergy's Manual of Determinative Bacteriology. Ninth Edition. Williams and Wilkins. Maryland, USA.

- Ismail, N., L.A. Taulu, dan Bahtiar. 2007. Potensi *Corynebacterium* Sebagai Pengendali Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Tanaman Padi. Semin. Nas. Serelia 2011: 509–512.
- Javandira, C., A.L. Abadi, dan L.Q. Aini 2013. Pengendalian Penyakit Busuk Lunak Umbi Kentang (*Erwinia carotovora*) dengan Memanfaatkan Agens Hayati *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. J. HPT FPUB, 1(1).
- Kearns, L. 1993. Biological Control of *Erwinia amylovora* by *Erwinia herbicola*. Microbiology: 191.
- Monacco, T. J., S. C. Weller, And F. M. Ashton. (2002). Weed Science: Principles and Practices Fourth Edition. John Wiley & Son, Inc., New York
- Neher, D.A. 2001. Role of Nematodes in Soil Health and Their Use as Indicators. J. Nematol. 33(4): 161–168.
- Nurfitriani, S., dan E. Handayanto. 2017. Dekomposisi Kulit Kopi Oleh Bakteri Selulolitik yang Diisolasi dari Timbunan Kulit Kopi di Perkebunan Kalibendo, Jawa Timur. J. Tan. dan Sum. Lahan. 4(2): 503–514.
- Nurhayati. 2013. Tanah dan Perkembangan Patogen Tular Tanah. Pros. Semin. Nas: 326–333.
- Poddar, R., S. Bera, dan R.K. Ghosh. 2017. Weed Management in Onion Through Oxyfluorfen and Its Effect on Soil Microflora and Succeeding Crop Of Blackgram. Indian J. Weed Sci. 49(1): 47–50.
- Primavesi, A.M. 1994. Effect of Lactobacillus Inoculants, Organic Amendments and Mineral Elements on Yield of Onion and Field Bean. Fazenda Ecologica, Itai, Brazil
- Purwaningsih, S., R. Hardiningsih, Wardah, dan A. Sujadi. 2004. Populasi Bakteri dari Tanah di Desa Tudu-Aog, Kecamatan Passi, Kabupaten Bolang Mongondow, Sulawesi Utara. Biodiversitas, J. Biol. Divers. 5(1): 13–16.
- Pusey, P.L., V.O. Stockwell, C.L. Reardon, T.H.M. Smits, dan B. Duffy. 2011. Antibiosis Activity of *Pantoea agglomerans* Biocontrol Strain E325 Against *Erwinia amylovora* on Apple Flower Stigmas. Phytopathology 101(10): 1234–1241.
- Rahman, A., dan Mujiyanto. Komunitas Fitoplankton di Taman Nasional Karimunjawa, Jepara, Jawa Tengah. 16(3): 395–402.
- Santi, L.P., A. Dariah, dan D.H. Goenadi. 2008. Peningkatan Kemantapan Agregat Tanah Mineral Oleh Bakteri Penghasil Eksopolisakarida. Menara Perkeb. 76(2): 93–103.
- Saraswati, R., dan Sumarno. 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah sebagai Komponen Teknologi Pertanian. Iptek Tanaman Pangan. 3(1):41–58.

- Schaad, N.W., J.B. Jones, dan W. Chun. 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. Ed ke-3. Minnesota: APS Press.
- Sengupta, D., M.W. Aktar, S. Purkait & M. Ganguly. 2009. Impact of Quinalphos on Microbial Biomass and Activities in Tropical Clay Loam Soil. Journal Environment Agriculture Food Chemistry. 8(11): 1127-1135.
- Suliasih, dan Rahmat. 2007. Aktivitas Fosfatase dan Pelarutan Kalsium Fosfat oleh Beberapa Bakteri Pelarut. 8(1): 23–26.
- Sulistinah, N., S. Antonius, dan M. Rahmansyah. 2011. Pengaruh Residu Pestisida Terhadap Pola Populasi Bakteri Dan Fungi Tanah di Rumah Kaca. J. Tek. Ling. 12(1): 43–53.
- Suriani, dan A. Muis. 2016. Prospek *Bacillus subtilis* Sebagai Agen Pengendali Hayati Patogen Tular Tanah pada Tanaman Jagung. J. Penelit. dan Pengemb. Pertan. 35(1 PG-37-45): 37–45.
- Ulfa, A., E. Suarsini, dan M. Henie. 2016. Isolasi dan Uji Sensitivitas Merkuri pada Bakteri dari Limbah Penambangan Emas di Sekotong Barat Kabupaten Lombok Barat : Penelitian Pendahuluan. 13(1): 793–799.
- Umiyati. 2016. Efikasi Herbisida Oksifluorfen 240 g/l untuk Mengendalikan Gulma pada Budidaya Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). 15(2): 128–132.
- Vauterin, L., P. Yang, A. Alvarez, Y. Takikawa, D.A. Roth, A.K. Vidaver, R.E. Stall, K. Kersters, dan J. Swings. 1996. Identification of Non-Pathogenic Xanthomonas Strains Associated With Plants. Syst. Appl. Microbiol. 19(1): 96–105.
- Widawati, S. 2006. Populasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) di Cikaniki, Gunung Botol dan Ciptarasa, Serta Kemampuannya Melarutkan P Terikat di Media Pikovskaya Padat. Biodiversitas. 7(2):109-113.
- Widiastuti, H., D. Siswanto, dan Suharyanto. 2010. Karakterisasi dan Seleksi Beberapa Isolat *Azotobacter* sp . untuk Meningkatkan Perkecambahan Benih dan Pertumbuhan Tanaman. Bul. Plasma Nutfah. 16(1):160–167.
- Widowati, T., R. Cinta, B. Ginting, U. Widyastuti, dan N. Ardiwinata. 2017. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Resisten Herbisida Glifosat dan Paraquat dari Rizosfer. Biopropal Ind. 8(2): 63–70.
- Yunus, F., O. Lambui, dan I.N. Suwastika. 2017. Kelimpahan Mikroorganisme Tanah pada Sistem Perkebunan Kakao (*Theobroma cacao* L.) Semi Intensif Dan Non Intensif Abundance o. 6(3): 194–205.
- Zongzheng, Y., L. Xin, L. Zhong, P. Jinzhao, Q. Jin, dan Y. Wenyan. 2009. Effect Of *Bacillus Subtilis* SY1 On Antifungal Activity And Plant Growth. Int. J. Agric. Biol. Eng. 2(4): 55–61.